

高中複習叢書

化 學

曹簡禹編

改訂本

商務印書館發行

高中複習叢書

化 學

曹簡禹編

商務印書館發行

## 高中複習叢書編輯大意

一、本叢書係根據最近教育部頒佈之高級中學課程標準，及本館高中復興教科書分科編輯而成。

二、本叢書編著綱要，表解與圖解並用，務使讀者對於每一科的基本知識，有具體的了解。

三、本叢書搜集近年來全國各省市高中會考試題，按題作答，分析清楚，更可幫助讀者對升學會考作相當的準備。

四、本叢書除參考各教科書編纂外，更於東西文參考書中搜求新穎的解題方法，故益完備。

五、本叢書為供讀者需要，匆促出版，內容或有忽略脫漏之處，如蒙讀者來函更正，尤所歡迎。

# 目 次

<b>第一章</b>	<b>總論</b> .....	<b>1</b>
<b>第二章</b>	<b>化學反應式和主要的化學反應</b> .....	<b>10</b>
第一節	化學反應式 .....	10
第二節	主要的化學變化 .....	17
第三節	化學平衡 .....	20
<b>第三章</b>	<b>基本定律及學說</b> .....	<b>24</b>
第一節	化學反應的基本定律 .....	24
第二節	原子論及分子論 .....	26
第三節	氣體的基本定律 .....	29
第四節	分子運動論 .....	32
<b>第四章</b>	<b>氧氣</b> .....	<b>35</b>
第一節	氧 .....	35
第二節	燃燒及焰 .....	38
第三節	臭氧 .....	39

---

<b>第五章</b>	<b>氫氣及水</b> .....	42
第一節	氫 .....	42
第二節	水 .....	44
第三節	過氧化氫 .....	49
<b>第六章</b>	<b>氮氣及空氣</b> .....	50
第一節	氮氣 .....	50
第二節	空氣 .....	52
<b>第七章</b>	<b>化學計算</b> .....	54
第一節	求分子式 .....	54
第二節	化學方程式的應用 .....	58
<b>第八章</b>	<b>食鹽, 氯, 氫氧化鈉, 鹽酸及碳酸鈉</b> .....	68
第一節	食鹽 .....	68
第二節	氯 .....	69
第三節	氫氧化鈉 .....	72
第四節	鹽酸 .....	73
第五節	碳酸鈉 .....	75
第六節	酸鹽基及鹽 .....	79

---

<b>第九章 硫和他的化合物</b> .....	82
第一節 硫 .....	82
第二節 硫化氫 .....	84
第三節 硫的氧化物 .....	86
第四節 硫酸 .....	88
第五節 二硫化碳 .....	93
<b>第十章 氮的化合物</b> .....	94
第一節 氮 .....	94
第二節 氮的氧化物 .....	96
第三節 硝酸 .....	98
第四節 空中氮氣取留法 .....	102
<b>第十一章 溶液</b> .....	105
<b>第十二章 電化學</b> .....	113
第一節 電離 .....	113
第二節 電離說的應用 .....	114
<b>第十三章 元素的週期律原子的結構及元素的放射性</b> .....	126
第一節 週期律及週期表 .....	126

---

第二節 原子的結構 .....	129
第三節 元素的放射性 .....	130
<b>第十四章 鹵族元素 .....</b>	<b>135</b>
第一節 氟 .....	135
第二節 溴 .....	136
第三節 碘 .....	137
<b>第十五章 鹼族元素.....</b>	<b>140</b>
第一節 鈉.....	140
第二節 鉀及銨 .....	141
<b>第十六章 磷族元素 .....</b>	<b>144</b>
第一節 磷.....	145
第二節 砷,銻及鉍 .....	148
<b>第十七章 碳族元素.....</b>	<b>150</b>
第一節 碳 .....	151
第二節 碳的氧化物 .....	152
第三節 矽 .....	157
第四節 錫 .....	159

---

第五節 鉛 .....	160
<b>第十八章 硼鋁錳鉻</b> .....	<b>164</b>
第一節 硼 .....	164
第二節 鋁 .....	165
第三節 錳 .....	167
第四節 鉻.....	169
<b>第十九章 鹼土族元素及鎂族元素</b> .....	<b>170</b>
第一節 鈣 .....	170
第二節 鋇和鋇 .....	172
第三節 鎂 .....	174
第四節 鋅 .....	175
第五節 鎳 .....	176
第六節 汞 .....	177
<b>第二十章 銅族元素</b> .....	<b>179</b>
第一節 銅 .....	179
第二節 銀 .....	181
第三節 金 .....	184
第四節 鉑 .....	185



---

<b>第二十一章 鐵族元素</b> .....	187
第一節 鐵 .....	187
第二節 鈷及鎳 .....	191
<b>第二十二章 有機化合物</b> .....	192
第一節 碳化氫 .....	193
第二節 醇 .....	199
第三節 醚 .....	202
第四節 醛及酮 .....	204
第五節 有機酸 .....	204
第六節 酯 .....	207
第七節 碳水化合物 .....	210
第八節 營養化學 .....	212

附 萬 國 原 子 量 表

## 高中複習叢書

# 化學

## 第一章

### 總論

#### §1. 化學變化; 物理變化; 化學.

化學是研究物質變化的一種學問. 物質變化有二種: 像食鹽的溶解於水, 水的變為水蒸氣, 鐵的被磁石吸引等; 形態雖變而本質不變, 並且極易回復牠原來的形態的, 叫物理變化 (physical change).

像木炭在空氣中燃燒而產生二氧化碳, 硫黃和鐵粉加熱產生硫化鐵等. 二種或二種以上的物質, 失去牠們本來的性質, 而產生一種或一種以上性質完全不同的新物質, 同時也許有光或熱發生, 叫化學變化 (chemical change). 研究化學變化的學問, 叫做化學 (chemistry).

問(一): 化學變化和物理變化的區別在那裏? 試舉例說明之.

答: 見 §1.

問(二): 分別下列變化為物理變化或化學變化.

- |            |            |
|------------|------------|
| (1) 木的燃燒   | (2) 汽油的蒸發  |
| (3) 糖的溶解於水 | (4) 牛奶的變酸  |
| (5) 鐵的生銹   | (6) 食物的腐敗  |
| (7) 炸彈的爆發  | (8) 蠟的熔解   |
| (9) 打鐵生熱   | (10) 擦火柴生火 |

答: (1), (4), (5), (6), (7), (10) 是化學變化; (2), (3), (8), (9) 是物理變化

問(三): 物質經過變化, 僅能變更質量.

(滇, 二十二年, 測驗)

答: 不對的.

## § 2. 純物質; 混合物; 和化合物.

物質的任何一部分和其他各部分的性質完全相同的, 叫純物質 (pure substance).

若有二種以上性質不同的物質, 任意取不同的量混合在一起, 可以用機械的方法分開的, 叫做混合物 (mixture).

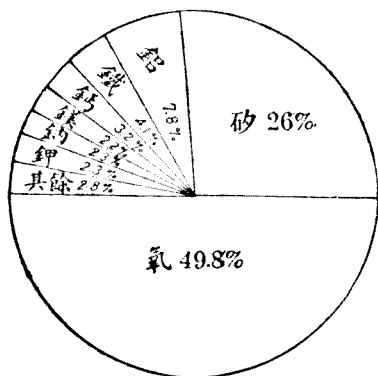
若有二種以上性質不同的物質, 經過化學變化而產生出來性質完全改變的新物質, 叫做化合物 (compound). 化合物是不可以用簡單的機械方法把牠們

分開成原來的物質的

### § 3. 元素.

純粹的物質,也許可以用化學方法分解成更簡單而不能再分的純物質;前者就是化合物,後者叫**元素** (element).

世界上有八十多種已發見的不同的元素,其中祇百分之二十五是重要的. 地殼上 (連大氣在內) 百分之九十七的元素,不過八種,參觀左圖:



凡化合物都是由二種以上不同的元素化合而成的,世界上所已發見的化合物有五十萬種以上,而新的化合物尚在不絕的製造出來.

問: 元素與化合物之區別何在? 試各舉二例以明之. (滬,二十二年,夏)

答: 元素是最簡單而無可再分的純物質,化合物是二種以上不同的元素化合而成的,例如氫與氧是二種不同的元素,水 ( $H_2O$ ) 是由氫與氧化合而成的化合物,又如二氧化碳 ( $CO_2$ ) 也是化合物,是由碳和氧化合

而成的。

問 (一): 化合物的各成分是有一定的比例的。

(滇,二十二年,測驗)

答: 是的,用定比定律可以解釋之。

問 (二): 填適當的字在下列句子空白處。

(1) 混合物之……無一定之比例。

(2) 由兩種以上物質化合而成之新物質已…  
…原物質之性質時,稱爲化合物。

答: (1) 成分; (2) 改變。 (滇,二十二年,夏)

問 (三): 試分別下列諸物爲元素,化合物或混合物。

(1) 牛乳      (2) 食鹽      (3) 花崗石

(4) 鋁      (5) 糖      (6) 水銀

(7) 黃銅      (8) 銀幣      (9) 火藥

答: (4),(6) 爲元素。(2),(5) 爲化合物。(1),(3),(7),(8),  
(9) 爲混合物。

#### § 4. 分子;原子;電子;離子。

原子(atom)是組成元素中最小的粒子(particle),凡起化學作用的,都是整個的原子。

分子(molecule).是純物質中最小的粒子,凡分子都

能在氣體狀態下，單獨自由存在。

電子 (electron). 是負電中最小量的單位，他能從一個原子上遷到另一個原子上，他的質量是僅占氫原子的  $\frac{1}{1845}$ 。

離子 (ion) (亦稱游子). 是原子或根 (radical) 之已占有或已失去一個以上電子者。凡離子都帶有電荷，若原子失去電子，就帶陽電，叫陽離子 (cation)；若占有電子，就帶陰電，叫陰離子 (anion)。離子的性質和原子的性質完全不同。

問：分子、原子與離子三者有何區別？試舉例以說明之。  
(蘇，二屆)

答：分子、原子與離子三者的區別，已如上述。原子如氫，他的最小粒子是氫原子，普通以一 H 代之，凡氫及任何其他物質起化學作用時，必須要整個的氫原子才可以。氫分子必須要兩個氫原子，才能在氣體下單獨存在。又水分子 ( $H_2O$ )，是水蒸氣中最小的粒子，也能單獨存在。離子如氫離子他往往失去一個電子，成爲陽離子 ( $H^+$ )。氯往往增一電子成陰離子 ( $Cl^-$ )。

### § 5. 原子量和分子量。

原子量 (atomic weight) 是各種元素的原子比較重

量,普通以氧原子(O)爲標準,假定氧的重量是 16,其餘的各種原子,和氧比較輕重,譬如氫的重量約當氧的十六分之一,所以氫的原子量是 1.008, 碳當氧的四分之三重,所以碳的原子量是 12,所以原子量是比較的重量,不是絕對的重量,原子量表可以參考本書末頁。

**分子量**(molecular weight)是各物質的分子的比較重量,由上述原子量,可知物質的分子量是其成分原子的原子量之和,氣態物質的分子量,可應用阿佛加特羅假說以計算之,見 § 17.

### § 6. 克分子量和克分子容積.

化學家爲便利計算起見,往往在分子量之後加以克(gram)的單位,叫**克分子量**(gram molecular weight). 如水的克分子量是 18.016 克,又一克分子量氣體,在標準狀態下(760 mm. 0°C.) 占有容積 22.4 升,稱**克分子容積**(gram molecular volume).

### § 7. 符號和分子式.

**符號**: 化學家爲便利起見,各種原子都拿各原子的英文原名或拉丁名的第一字母大寫代表那原子,稱那原子的**符號**(symbol). 像 H 代氫(hydrogen), O 代氧(oxygen). 如遇有第一字母相同的,就取大寫的第一

字母,再附上小寫的第二或第三個字母,像 Fe 代表鐵 (ferrum), Mg 代表鎂 (magnesium).

**分子式** (formula) 是代表化合物的,他的寫法,祇要把那化合物中所包含的各種不同的原子和他們的數目,並列寫起來就是.像  $H_2O$  是水的分子式,  $NaCl$  是食鹽或氯化鈉的分子式.氣體中氫,氧,氮,氯等分子,因為是二個原子造成的,所以他們的分子式是  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$ .

有時有幾個原子起化學變化時,常在一起,稱之曰**根** (radical). 像氫氧化鈣的分子式,就應寫作  $Ca(OH)_2$ .  $OH$  就是根.

### § 8. 原子價.

凡元素拿一原子量和氫化合時所得氫原子的數目,稱為這個元素的**原子價** (valence). 像氧一原子必須和二個氫原子化合成水 ( $H_2O$ ), 所以氧的原子價是 2, 氮必須和三個氫原子化合成氨 ( $NH_3$ ), 所以氮的原子價是 3, 其餘的可以類推. 氫是規定原子價的標準,其原子價為 1.

有幾種原子可以有二種以上的原子價,原子價小的叫**低價** (-ous), 大的叫**高價** (-ic). 像鐵, 低價的鐵 (ferrous) 是二價, 高價的鐵 (ferric) 是三價



重要原子和根的原子價表

I 一價	II 二價	III 三價	IV 四價	V 五價
hydrogen H 氫 chlorine Cl 氯 sodium Na 鈉 potassium K 鉀 bromine Br 溴 iodine I 碘 fluorine F 氟 銀 silver Ag 汞 (低) mercury Hg(ous) 汞 ammonium NH <sub>4</sub> 氫氧根 hydroxide OH 硝酸根 nitrate NO <sub>3</sub>	oxygen O 氧 sulfur S 硫 zinc Zn 鋅 magnesium Mg 鎂 calcium Ca 鈣 barium Ba 鋇 mercury Hg(ic) 汞 (高) 銅 copper Cu 鐵 (低) iron Fe(ous) 錫 (低) tin Sn(ous) 砷酸根 sulfate SO <sub>4</sub> 碳酸根 carbonate CO <sub>3</sub>	aluminum Al 鋁 bismuth Bi 鉍 antimony Sb 銻 iron Fe(ic) 鐵 (高) 磷 phosphorus P 氮 nitrogen N 磷酸根 phosphate PO <sub>4</sub>	carbon C 碳 silicon Si 矽 tin Sn(ic) 錫 (高) 硫 sulfur S	nitrogen N 氮 phosphorus P 磷 antimony Sb 銻

寫分子式的時候,必須要照下列的規則:原子價  
 $\times$  一原子的數目(或根數) = 原子價  $\times$  另一原子的數  
 目(或根數). 像  $\text{CO}_2$ :  $\text{C}, 4$  (價)  $\times 1$  (原子數) =  $\text{O}_2, 2$  (價)  $\times 2$  (原  
 子數).  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :  $\text{H}_2, 1$  (價)  $\times 2$  (原子數) =  $\text{SO}_4, 2$  (價)  $\times 1$  (根數).

問: 硫酸鋅的分子式是  $\text{Zn}_2\text{SO}_4$ .

(滇,二十二年,測驗)

答: 不對,應作  $\text{ZnSO}_4$ .

### § 9. 當量.

當量(chemical equivalent)就是能和一原子量的氫  
 化合,或能代一原子量的氫而和他元素化合的元素的  
 量. 拿原子價除原子量,所得的數目就是當量,所以:

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

問: 求氧的當量.

$$\begin{aligned} \text{答: 氧的當量} &= \frac{\text{氧的原子量}}{\text{氧的原子價}} \\ &= \frac{16}{2} = 8 \end{aligned}$$

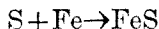
## 第二章

### 化學反應式和主要的化學反應

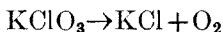
#### 第一節 化學反應式

##### § 10. 化學反應式.

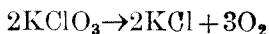
代表化學反應的簡單方程式,叫做**化學反應式**,有時叫做**化學方程式** (chemical equation). 他的寫法,是把原來的物質的分子式寫在左邊,產生出來的物質的分子式寫在右邊,中間聯一箭號 $\rightarrow$ , (有時聯一(=)等號)表示化學作用的方向. 像硫黃和鐵加熱後產生一硫化鐵,就寫作:



不過寫化學反應式,必須要使兩端的原子數完全相等,稱為**使反應式平衡** (to balance the equation). 如強熱氯酸鉀則分解成氯化鉀和氧,若寫作:



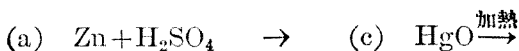
兩端就不平衡了,必須寫作



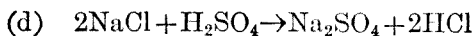
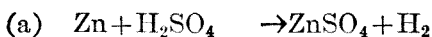
如此兩端鉀二原子，氯二原子，氧六原子，就完全相等了。

平衡化學反應式，是初學化學的人最感覺困難的事，最重要的是要知道反應式中的化學變化是如何發生的，原來是幾種什麼物質和產生了幾種什麼物質，對於化學變化熟悉的人，就覺得容易寫了。下面的問題和解答可以作為參考：

問（一）：完成下列各方程式： (晉)

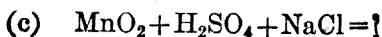
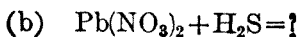
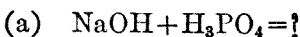


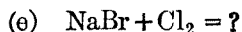
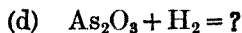
答：



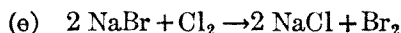
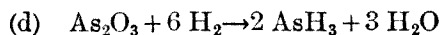
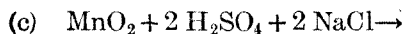
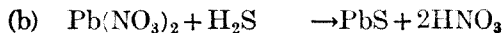
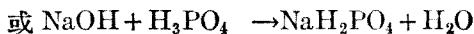
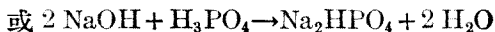
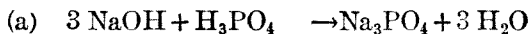
問（二）：完成及平衡下列各方程式：

(滬，二十三年)





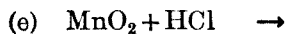
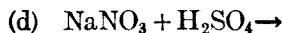
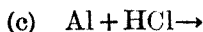
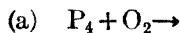
答:



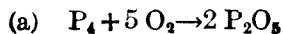
問(三): 完成 (complete) 並平衡 (balance) 下列各化

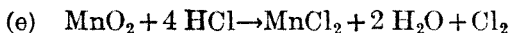
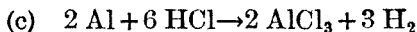
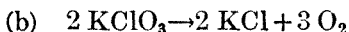
學方程式:

(北平)



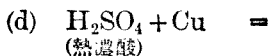
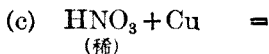
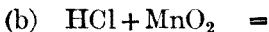
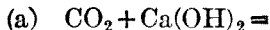
答:



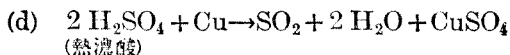
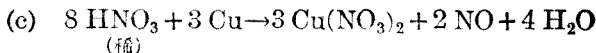
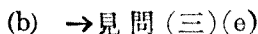
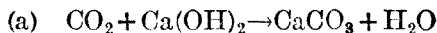


問(四): 完成下列各化學反應方程式:

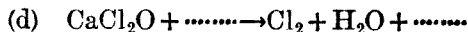
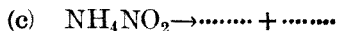
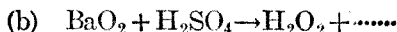
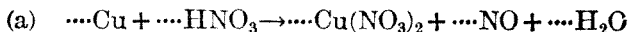
(贛,二十二年)



答:

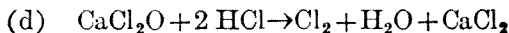
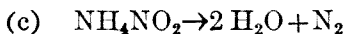


問(五): 完成下列各方程式: (滇,二十一年)

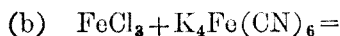
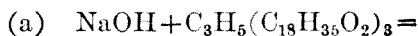


答:

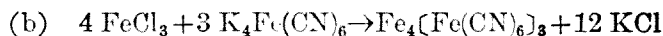
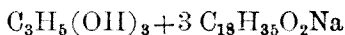
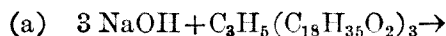
(a) 參考問(四)(c)



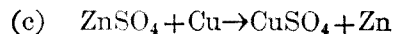
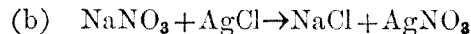
問(六): 完成下列方程式 (桂,二屆)



答:

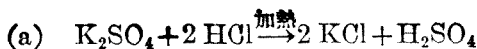


問(七): 下列方程式所表明之化學變化,是否合理?試解明之. (湘)

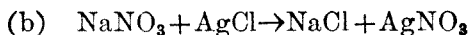
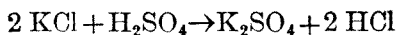


答: 化學方程式,是表示化學反應的簡單方程式,要合乎實際的情理,不像代數方程式可以隨意造作,上面的三個方程式所表示的化學變化,都不合理,其理由

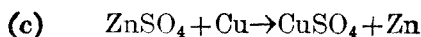
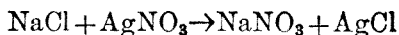
如下:



是說鹽酸和硫酸鉀熱後可以產生氯化鉀和硫酸。這變化是行不通的，因為鹽酸是極容易揮發的酸，而硫酸的沸點很高(338°C.)，若將鹽酸加熱，將使他不及起化學變化而預先逃去；就是起了變化，也無法將硫酸提出，而反應不能完成。最好把上式中箭頭的方向轉換，也無須加熱，就成製備氯化氫的方法：



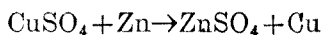
是表示硝酸鈉和氯化銀可以產生氯化鈉和硝酸銀。這和實驗方面，適得其反。實驗方面祇有將氯化鈉加硝酸銀而產生氯化銀和硝酸鈉，因為氯化銀是很難溶於水或硝酸的，所以常產生白色的沈澱。他既不易溶解，上面的化學反應，就不能夠發生了。所以也應該將箭頭的方向改變，方為合理：



這是表明銅能取代鋅在他化合物中的位置，也是不合理的。因為一個金屬原子若能替代另一金屬原子



在化合物中的位置,必須有較強的電離溶壓(electrolytic solution-tension),或在電動力次序中占較高的地位;今鋅的電離溶壓比銅的電離溶壓高,或在電動力次序中鋅在銅的前面,所以祇有鋅替代銅的位置,而沒有銅替代鋅的位置。上式若改爲:

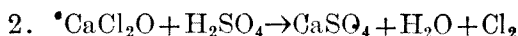
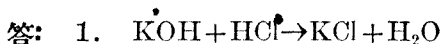


就合理了。

問(八): 試記下列諸物質之反應化學方程式:

(滇,二十三年,夏)

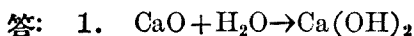
1. 氫氧化鉀與鹽酸。
2. 漂白粉與硫酸。

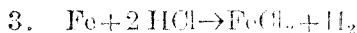
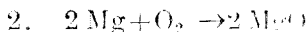


問(九): 試以方程式表明下列各處理所起之反

應: (浙,二十二年)

1. 生石灰露於潮濕之空氣中。
2. 鎂帶燃燒。
3. 溶鐵粉於鹽酸中。
4. 過氧化鈉加水。



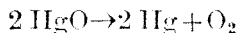
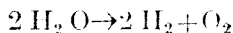


## 第二節 主要的化學變化

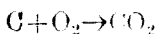
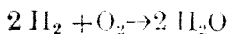
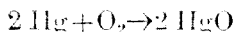
### § 11. 主要的化學變化.

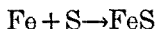
化學變化主要的有下面五種:

(1) **分解** 由一種物質,經過化學變化而分成二種以上的新物質時,叫**分解** (decomposition). 水通電後可以分爲氫和氧,一氧化汞強熱後,就產生氧氣和水銀,都是分解的最好的例子,牠們的化學反應式是:

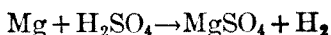
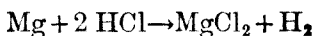
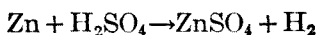
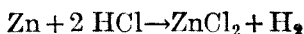


(2) **化合**. 由二種以上不同的物質結合成爲一種新物質,這種反應,稱爲**化合** (combination). 又稱**合成** (synthesis). 如燒水銀,氫或碳於純氧氣或空氣中,各成新的氧化物,又像硫黃和鐵粉加熱,就成一硫化鐵.

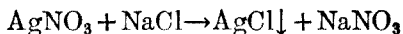




(3) 取代. 一化合物中的某一元素的位置, 能被另一元素所替代而使之遊離. 這種反應, 叫做取代 (replacement, or substitution). 譬如鋅或鎂能替代鹽酸或硫酸中的氫而使之遊離.

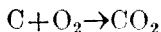
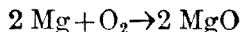


(4) 複分解. 兩種不同的化合物, 各自分解, 又重新化合而成二種不同的新化合物時, 叫做複分解 (double decomposition). 如氯化鈉溶液中加幾滴硝酸銀, 就生硝酸鈉和白色的氯化銀沈澱:

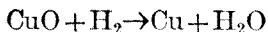


(5) 氧化和還原. 一物質和氧氣或另一物質中的氧化合而產生氧化物, 這種反應, 就叫氧化 (oxidation). 反之, 若一氧化物中的氧, 能被他一物質取去, 這種作用, 就叫還原 (reduction). 這是氧化作用和還原作用的最簡單的解釋. 那供給氧氣而發生氧化作用的叫氧化劑 (oxidizing agent). 奪取氧氣而發生還原作

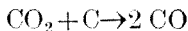
用的叫**還原劑** (reducing agent). 發生還原作用時,往往有氧化作用同時發生. 下面的例子,可以代表氧化作用: 燒鎂帶於空氣中產生白色的氧化鎂;木炭燒後產生二氧化碳.



碳和氫氣都是最普通的還原劑. 通氫氣於燒熱的氧化銅,氧化銅就被還原 (reduced) 而成銅,同時氫氣自己被氧化而成水.



二氧化碳遇見燒紅的碳,就生一氧化碳.



氧化和還原作用,還有別的解釋,後章(十七章第四節)再詳細討論.

問 (一): 化學反應可分為幾種,舉例說明之.

(浙,二十二年)

答: 上面所論的五種化學反應就是.

問 (二): 化學上之主要化學變化有幾?試一一說明之.

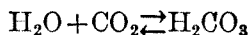
(蘇,一屆,補)

答: 如前.

## 第三節 化學平衡

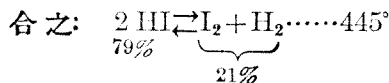
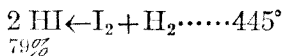
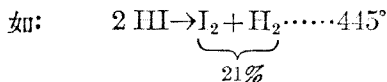
## § 12. 化學平衡(chemical equilibrium).

化學反應中有一種叫可逆反應(reversible reaction)的,是表示一種反應在不同的狀況下,可以回復轉來的。像二氧化碳能溶於水產生碳酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ),碳酸加熱又分解為二氧化碳和水:



這二種反應,即以雙箭頭( $\rightleftharpoons$ )來表明。

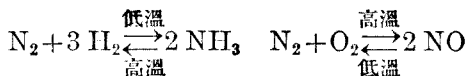
凡可逆反應,兩方進行的速度(velocity),起初各自不同,然若進行到一定的程度,而兩方速度相等的時候,就成平衡狀態(equilibrium).稱為化學平衡。



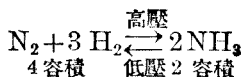
(1) 如何可以改變化學反應的速度? 改變化學反應速度而抵於平衡的條件有四:

(a) 溫度(effect of temperature).發熱反應(exother-

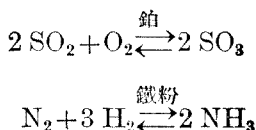
mic reaction) 加溫就減小速度, 吸熱反應 (endothermic reaction) 加熱就增加速度。



(b) 壓力 (effect of pressure). 壓力加增, 足以使反應向小容積的一方加速進行。



(c) 觸媒 (effect of catalyst). 觸媒可以改變反應速度, 而早抵平衡狀態。

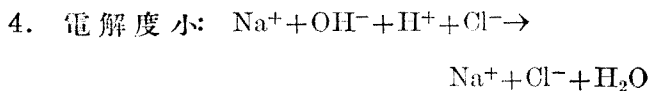
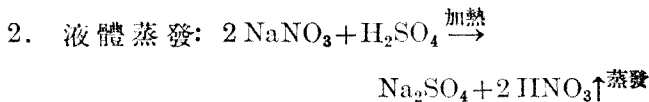
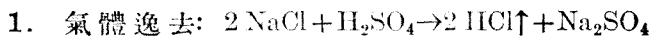


(d) 反應物的濃度 (concentration of reacting substances). 照質量作用定律 (law of mass action), 反應速度和反應物濃度的積數成正比例。

如木炭燃燒在純氧中的速度很大, 在空氣中就小, 因為空氣中有氮氣的緣故。

(2) 如何可使反應完全? 根據質量作用律, 可以用下列二種方法使改變平衡而反應完全。

(a) 除去產生物之一。



(b) 增加反應物的濃度,如接觸法製硫酸時,常用過量的空氣(對於二氧化硫2容用空氣15容,相當於純氧3容)與二氧化硫反應,以生三氧化硫,即增加反應物的濃度而使反應近於完全的一例。

問(一): 灼熱的氧化銅,通過氫氣,即生銅與水,這個化學變化是可逆反應。(滇,二十二年,測驗)

答: 這個化學變化不是可逆反應,因為銅和水是不能產生氧化銅和氫氣的。

問(二): 促進化學反應速度之方法有幾?試舉例說明之。(蘇,一屆,補)

答: 參觀本節(1)中的(a)(b)(c)(d)。

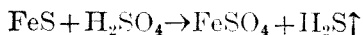
問(三): 何謂化學平衡?如何可改變平衡為完全反應?試一一舉例說明之。(蘇,二屆)

答: 化學反應,如為可逆反應,若進行到一定程度,

兩方的速度，達於相等的時候，成爲平衡狀態，就叫化學平衡。改變平衡爲完全反應的方法，可以參觀本節(2)中的(a)(b)。

問(四)：用硫酸與一硫化鐵以製硫化氫，不須加熱，用硫酸與硝酸鈉以製硝酸，則須加熱，試用平衡之理以解釋之。(湘)

答：因欲改變平衡而使反應完全，最好的方法，是除去反應物之一，就是若欲製備一物，最好設法將所製的產物取出。硫化氫在常溫下是氣體，所以當硫酸加入一硫化鐵時，所產生的硫化氫，就自由化氣而離散出去，因此這個反應就不致達於平衡，而能繼續進行，產生更多的 $H_2S$ ：



硝酸的沸點爲 $86^\circ C$ ，在常溫下是液體，必須加熱後，才能蒸發而出，否則留在反應液中，不久成平衡狀態，硝酸無法製出：





## 第三章

### 基本定律及學說

#### 第一節 化學反應的基本定律

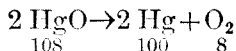
##### § 13. 質量常住定律.

試先稱得硫黃和鐵粉的重量.然後加熱,令起變化成一硫化鐵,冷後再稱,前後的重量,不生變化.又試在一小管中盛少許硝酸銀溶液,放在另一盛苛性鉀溶液的大瓶中,加以木栓,先在天平上稱得全體的重量,然後把瓶略側,使兩種溶液混合起來,發生化學反應,冷後再稱,他的重量,也和以前一樣.所以由種種實驗,知道無論經怎樣化學變化,在實驗範圍內,反應的前後,原物質和產生物質的總量,一定不變.稱為質量常住定律 (law of conservation of mass).

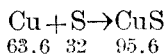
##### § 14. 定比定律.

任何純粹化合物,各成分的重量,常有一定的比例.譬如將 108 克的一氧化汞( $\text{HgO}$ )加熱分解,一定可以得

到 100 克的汞和 8 克的氧. 就是說一氧化汞中的汞和氧的比, 常是  $\frac{100}{108}$  (=92.6%) 和  $\frac{8}{108}$  (=7.49%) 或 92.6 和 7. 的比.



又如製備一硫化銅, 一定要取 63.6 份重量的銅, 和 32 份重量的硫黃, 造成 95.6 份重的一硫化銅; 銅和硫黃兩成份的重量, 一定是 63.6 和 32 的比, 才能完全製成一硫化銅.



任何精密的試驗, 都得到同樣的結果, 就是凡純粹的化合物各成分的重量之比, 常是一定的, 這個基本定律叫做定比定律 (law of definite composition).

### § 15. 倍比定律.

設有甲乙兩元素, 化合成二種以上不同的化合物, 假使其中甲元素的重量, 在各化合物中是同一的, 那麼乙元素在各化合物中的重量, 一定成小整數之比, 這就是倍比定律 (law of multiple proportions). 譬如碳和氧兩元素, 可以造成一氧化碳 (CO) 和二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 兩種化合物. 現在各取 12 份重的碳和氧氣化合, 那麼一定要取

16份重的氧造成一氧化碳,32份重的氧造成二氧化碳,就是說若碳的重量在兩化合物中是一樣時,氧在兩化合物中的重量一定是16和32,或1與2之比,就是小整數之比.同樣的可以證明二氧化硫( $\text{SO}_2$ )和三氧化硫( $\text{SO}_3$ )中硫的重量是相同時,氧的重量,一定成2與3之比,也是小整數之比.

以上三種,是化學反應中的基本定律.

問(一): 試舉例說明下列諸定律: (蘇,一屆)

(1) 物質常住定律, (2) 定比定律,

(3) 倍比定律.

答: 如上面 § 13, § 14, § 15 所述.

問(二): 何謂倍數比例之定律?試舉例以明之.

(滬,二十二年,夏)

問(三): 何謂倍數比例之定律(law of multiple proportions)?並舉例以明之. (河北,二十二年)

問(四): 試述倍比定律並舉例以說明之.(北平)

問(五): 試舉例說明倍比定律. (蘇,二十二年)

答: 以上四題解答,均如第 § 15 所述.

問(六): 舉例說明物質常住(即物質不滅)定律.

(桂,一屆)

答：如第 § 13 所述。

## 第二節 原子論及分子論

### § 16. 道爾頓的原子論。

原子論(atomic theory)是1808年英國道爾頓(Dalton)所提出,他的大意,可以歸納爲下列四點:

- (1) 物質都由微粒狀的原子所構成。
- (2) 同元素的原子,體積重量均相等,但是異元素的原子,完全不同。
- (3) 各原子間都有親和力(chemical affinity),彼此吸引而成化合物。
- (4) 原子不能再分,所以化合都是整個原子間的結合。

道爾頓的原子論,是近代化學上最有用的學說,他可以解釋前面所述的三種基本定律,因爲同元素的原子體積重量均相等,而元素化合時,各以一個或數個整原子反應,所以定比定律就自然成立了,又和一元素一定量的原子化合的另一元素的數目,當然是一個或數個的整數,就是成小整數之比,這是倍比定律,再說質量常住定律,起化學反應時,不過是各原子的聯合間,重行

分配,沒有增減,所以反應前後的重量,就不會改變了。

### § 17. 阿佛加特羅的分子論。

凡氣體在同溫度同壓力之下,同體積含有同數的分子,稱爲阿佛加特羅假說(Avogadro's hypothesis),是意人阿佛加特羅所倡,這也是一個很有用的理論,因爲氣體的分子量和雙原子的單質氣體(diatomic gases)可以由這個理論推算出來。

問(一): 怎樣可以由阿佛加特羅的理論算出氣體的分子量來?

答: 這是和氧氣比較出來的,因爲分子量本來是拿氧氣來做標準的,祇要知道和32克的氧氣同分子數的重量,就可以算出他氣體的克分子量,現在祇要在同溫度同壓力之下,求得他氣體和氧氣的密度之比,即一升的重量之比,再乘以32,就可得他氣體的分子量因爲照阿佛加特羅的原理,知道一升中,在同溫同壓之下,所含的分子數也相同,例如:二氧化碳一升的重量是1.965克,氧氣一升的重是1.429克,所以二氧化碳的分子量便如下:

$$\frac{1.965}{1.429} \times 32 = 44.00.$$

問(二): 說明阿佛加特羅原理與氣體分子量測

定的關係。 (蘇,一屆)

答: 如上題。

問 (三): 怎樣推出單質氣體每一分子由二原子組成? (桂,一屆)

答: 照實驗的結果,知道兩體積的氫氣,和一體積的氧氣,化合成二體積的水蒸氣。據阿佛加特羅的理論,知道凡氣體在同溫度同壓力之下,同體積中所含的分子數是相同的,而每一分子的水中,有二原子的氫和一原子的氧。假定一體積中有 $x$ 分子數,二體積中定有 $2x$ 的分子數。就是二體積的水中有 $2 \times 2x = 4x$ 的氫原子,和 $1 \times 2x = 2x$ 的氧原子。而 $4x$ 的氫原子,是從二體積或 $2x$ 的氫分子得來, $2x$ 的氧原子是從一體積或 $x$ 的氧分子而來,那麼一分子的氫一定有二個氫原子,一分子的氧也有二個氧原子,所以是 $H_2, O_2$ 。同樣的可以證明 $N_2, Cl_2$ 等。

### 第三節 氣體的基本定律

#### § 18. 波義耳定律。

在恆溫度之下,氣體的體積和壓力成反比例。這是波義耳定律 (Boyle's law)。譬如以 $V$ 及 $P$ 表一氣體的體

積和壓力,以  $V'$  及  $P'$  表此氣體在同溫度而異環境下的體積和壓力,那麼這四量中,有下列的關係:

$$\frac{V}{V'} = \frac{P'}{P} \text{ 或 } PV = P'V'$$

問: 以文字表示波義耳氏定律。(浙,二十二年,覆試)

答: 在恆溫度之下,氣體的體積,和壓力成反比例,或一定量氣體的體積在恆溫度之下,他的變化,和壓力成反比例,都可以表示波義耳氏定律。

### § 19. 查理定律.

在恆壓力之下,氣體的體積,和絕對溫度 (absolute temperature) 成正比例,這是查理定律 (Charles' law). 又名蓋呂薩克定律 (Gay-Lussac's law). 試以  $V$  和  $T$  代表一氣體的體積,和絕對溫度,以  $V'$  和  $T'$  代表這氣體在同壓力時的體積和絕對溫度,那麼查理定律可以下式表明之:

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

絕對溫度 (absolute temperature) 是以攝氏的  $-273^{\circ}$  算  $0^{\circ}$  而仍照攝氏分度的另一種溫度計,他和攝氏的關係如下:

$$T = 273 + t$$

$T$  是代表絕對溫度的度數,  $t$  是代表攝氏溫度的度數。絕對溫度較攝氏溫度便利的地方, 是因為據查理定律, 在恆壓力之下, 溫度每增加  $1^{\circ}\text{C}$ ., 氣體的體積較  $0^{\circ}\text{C}$ . 時增加  $\frac{1}{273}$ .

問 (一): 於溫度  $15^{\circ}\text{C}$ . 時, 11 升之氣體欲使其縮至 8 升, 問須降低至若干溫度? (漢口)

答: 以  $V=11$ ,  $T=273+15$ ,  $V'=8$ , 代入  $\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'}$

$$\text{則} \quad T' = V' \cdot \frac{T}{V} = 8 \times \frac{288}{11} = 209.45^{\circ},$$

$$\text{又} \quad T' = 273 + t \text{ 或 } 209.45^{\circ} = 273 + t$$

故  $t = -53.55^{\circ}$ , 即攝氏零下  $53.55^{\circ}$  所以須降低至攝氏零下  $53.55^{\circ}$ , 方能將  $15^{\circ}\text{C}$ . 時 11 升的氣體縮至 8 升。

問 (二): 某氣體在溫度  $10^{\circ}\text{C}$ . 時之體積為 500 c.c., 若壓力不變, 而溫度昇至  $25^{\circ}\text{C}$ . 時, 其體積應為若干?

答:  $V=500$  c.c.,  $T=273+10$ ,  $T'=273+25$ , 代入

$$\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'}, \text{ 求 } V',$$

$$\text{則} \quad V' = \frac{VT'}{T} = \frac{500 \times 298}{283} = 526.5 \text{ c. c.}$$

答: 其體積應為 526.5 c. c.



## § 20. 氣體方程式

以波義耳定律,和查理定律合併而成的方程式,稱氣體方程式(gas equation).

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

由氣體方程式,可以計算壓力和溫度同時變化時的氣體的體積,學術上爲便利起見,以攝氏  $0^{\circ}$  和一氣壓,(或水銀柱高 760 mm.) 爲溫度和壓力的標準,稱爲標準狀況 (standard condition).

問 (一): 氣體的體積是與壓力成反比例,與溫度成正比例. (滇,二十二年,測驗)

答: 是的.

問 (二): 某氣體當  $25^{\circ}\text{C}$ . 及 750 mm. 氣壓時,其體積爲 250 c. c. 問在標準溫度與壓力時其體積若干? (閩)

答: 以  $P=750$  mm.,  $V'=250$  c. c.  $T'=273+25=298^{\circ}$ ,  $P=760$  mm.,  $T=273^{\circ}$ , 代入  $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$  或  $V = \frac{P'V'}{T'} \cdot \frac{T}{P}$  式而

求  $V$ , 得  $V = \frac{750 \times 250 \times 273}{298 \times 760} = 226.013$  c. c.

附: 一克分子量的氣體在標準狀況下,都是 22.4 升(liter),稱爲克分子容積(gram molecular volume).

問：各物質之克分子，概爲 22.4 克。

(滇，二十二年，測驗)

答：誤應爲各氣體之一克分子，概爲 22.4 升。(假定是在標準狀況下的氣體。)而各物質的克分子量，是不能一概相同的。

#### 第四節 分子運動論

##### § 21. 分子運動論.

氣體是由許多分子散佈各處而成的，這許多分子不絕向各方以高速運動，就是分子運動論 (kinetic molecular theory)。因爲分子不絕的運動，所以常和盛此氣體的器壁衝突，就生壓力，溫度愈高，運動愈速，壓力也愈大，如壓力不變，體積格外膨脹，所以分子運動說可以解釋波義耳和查理定律。

問 (一)：氣體體積被減小時，其壓力恆增大，試以分子運動說說明之。  
(贛，二十二年)

答：因爲照分子運動說，氣體的分子，不絕以高速向各方運動，若體積減小了，各分子和器壁衝撞的次數就加增了，所以他的壓力常常增大。

問 (二)：何謂分子運動說？又與波義耳定律及查

理定律各有何關係? (漢口)

答: 分子運動說,可以分二點來解釋,第一,氣體是由許多分子散佈各處而成的,第二,這許多分子,不絕向各方以高速運動,他和波義耳定律的關係,是因為氣體在同溫度之下,分子運動向器壁上產生壓力,若體積愈小,器壁上的衝撞就愈大,因此壓力也就愈大,查理氏定律,也和分子運動有關係,因為假使壓力不變,而溫度升高,分子運動的速度就愈大,其勢祇有將體積增大。

### § 22. 臨界溫度及臨界壓力.

使氣體液化的最高溫度,稱為臨界溫度 (critical temperature). 在臨界溫度使氣體液化時所加的最低壓力,稱臨界壓力 (critical pressure). 凡氣體的溫度比臨界溫度高時,任何大的壓力,不能使之液化。

問: 臨界溫度及臨界壓力之定義如何?

答: 如第 § 22 所述.

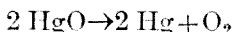
## 第四章

### 氧氣

#### 第一節 氧

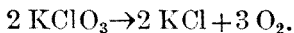
##### § 23. 氧氣的製法.

(1) **歷史法.** 強熱一氧化汞就分解成汞和氧氣:



(2) **工業法.** 用液態空氣(liquid air)做原料,利用氮氧沸點的不同,使氮氣先揮發而餘氧氣.

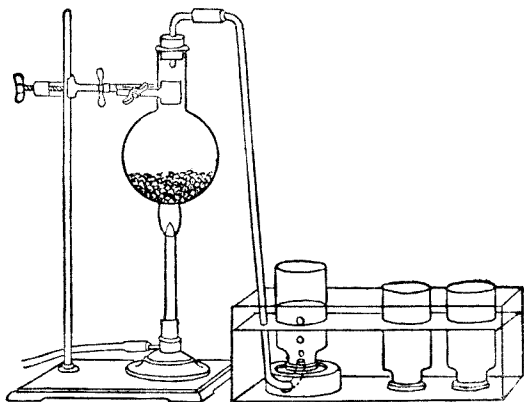
(3) **實驗室法.** 熱氯酸鉀至約  $370^\circ\text{C}$ ., 就分解而生氧氣.



若預加約  $\frac{1}{4}$  量的二氧化錳而後熱之,那麼在  $200^\circ\text{C}$ . 附近,氯酸鉀就完全分解,而二氧化錳自身並不起變化. 製法參觀下圖.

問: 試擬三種方法以製備氧氣. (蘇,一屆,補考)

答: 就如上述的三種方法.



製備氧氣

### § 24. 觸媒.

凡一物質對於他物質的反應增加速度而自身不起變化的,叫觸媒,亦稱接觸劑 (catalyzer 或 catalyst). 像取氧氣時加二氧化錳能使氯酸鉀分解格外容易,溫度也降低,就是接觸劑的一個例子.

問: 何謂接觸劑,如何用法? (桂,二屆)

答: 如第 § 24 所述.

### § 25. 氧氣的性質.

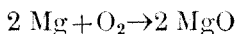
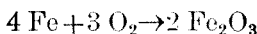
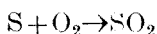
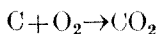
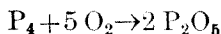
(1) 化學性質. 氧氣最重要的性質,是能幫助燃燒,和許多物質化合. (2) 物理性質. 氧是無色無味無臭的氣體,密度 1.429 克(每升),比空氣略重,僅稍溶解於水.

問：實驗氧之助燃性之方法如何？試各繪圖以說明之，並用方程式表示其變化。（贛，二十三年）

答：試取黃磷，木炭，鐵絲，鎂或硫黃等點着後置氧氣瓶中，都能猛烈燃燒，發現強光。

若以剛滅未熄的蠟燭或火柴棒放氧氣中，又復發火。

黃磷，木炭，鐵絲，鎂及硫黃在氧氣中燃燒的反應方程式如下：



### § 26. 氧氣的功用.

可以產生熱和光，鎔接金屬，和製造人工呼吸器。

### § 27. 氧化及氧化劑.

凡物質和氧氣化合的反應，稱為**氧化** (oxidation)。所生的化合物叫**氧化物** (oxides)。凡能供給氧氣引起氧化作用的，稱為**氧化劑** (oxidizing agent)。

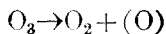
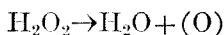
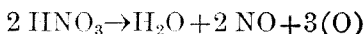
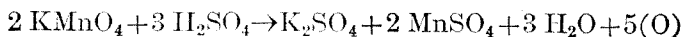
問 (一)：何謂氧化？試舉四個氧化劑，並示其分子

式. (浙,二十一年)

答: 凡物質和氧氣化合的反應,稱氧化,氯酸鉀 ( $\text{KClO}_3$ ),重鉻酸鉀 ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ),高錳酸鉀 ( $\text{KMnO}_4$ ),和過氧化氫 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )都是氧化劑.

問 (二): 高錳酸鉀,氯酸鉀,硝酸,二氧化二氮,臭氧等可用為氧化劑,其理由如何? (贛,二十三年)

答: 上述的幾種化合物,因為都含有大量的氧,並且用時能發生新生態 (nascent state) 的氧,所以可用為氧化劑,以方程式表之:



## 第二節 燃燒及焰

### § 28. 燃燒及焰.

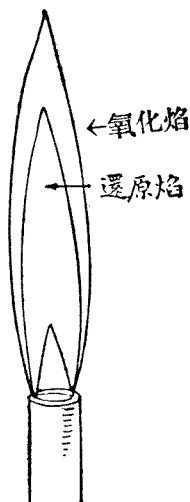
凡物質在空氣中發生強烈的氧化反應,以至於發火發光的,叫做燃燒 (combustion or burning). 燃燒時常見有火焰 (flame) 發生,普通二種氣體相遇繼續發熱就

生焰,焰中含有炭粒最多的部分發光最亮.

問: 說明火焰之構造.

(浙,二十一年)

答: 火焰大體分三部分,最內部暗黑,周圍最明,最外部幾無光.最內部分還沒有和氧氣化合,所以比較的冷,最外部分直接和氧氣化合,所以很熱,中部有灼熱的炭粒很亮.外層又名氧化焰,因為物質放入這層,極易起氧化反應,中層因氧氣不足,易使物質失去氧氣而還原,所以又名還原焰.

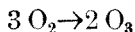


火焰的三部分

### 第三節 臭氧

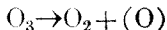
#### § 29. 臭氧.

用高壓的電,通過乾燥的氧氣,或空氣,不生火花,無聲放電,就生一種無色而有特臭的氣體,就是臭氧(ozone). 臭氧的分子,是由三個氧原子構成,所以他的分子式是  $O_3$ .



臭氧是很強烈的氧化劑,因為能產生新生態的氧.





臭氧和氧氣，由同一元素所成，但性質完全不同，稱為同素異形物 (allotropic forms)，簡稱同素物。

問 (一)：說明同素體，並舉二種實例。

(浙，二十一年，覆試)

答：凡由一元素而構成性質不同的物質，稱為同素體。氧和臭氧是一個例。又石墨 (graphite) 和金剛石 (diamond) 同由碳元素 (C) 構成而性質不同，也是同素體。

問 (二)：臭氧與氧，是同素異形體。

(滇，二十二年，測驗)

答：是。

問 (三)：解釋下列各名稱之意義，並舉例說明：

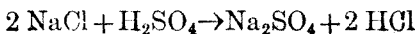
(a) 複分解 (double decomposition).

(b) 原子價 (valence).

(c) 同素體 (allotropic forms).

(d) 可逆反應 (reversible reaction). (晉)

答：(a) 兩種不同的化合物各自分解，又重化合而成二種不同的新化合物時，叫做複分解。例如：



食鹽加硫酸,產生氯化氫和硫酸鈉.

(b) 凡元素的一原子,和氫原子化合時所得氫原子的數目,稱這元素的原子價.像氧一原子,須和二個氫原子化合成水,所以2就是氧的原子價.

(c) 由一種元素而成性質完全不同的物質,稱同素體.像氧( $O_2$ ),和臭氧( $O_3$ ).

(d) 凡化學反應,因環境(如溫度,壓力等)的變化可以向正逆兩方進行的,叫可逆反應.如氯化銨在高溫時就分解而成氨和氯化氫,低溫時氨和氯化氫復化合而成氯化銨:



## 第五章

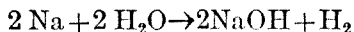
### 氫氣及水

#### 第一節 氫

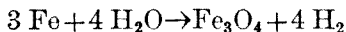
##### § 30. 氫氣的製法.

氫氣的製法很多,最主要的,有下列的幾種:

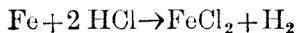
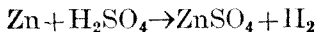
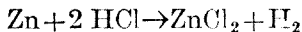
(1) **金屬和水.** 投鈉一小塊於水,就產生氫氣和氫氧化鈉.

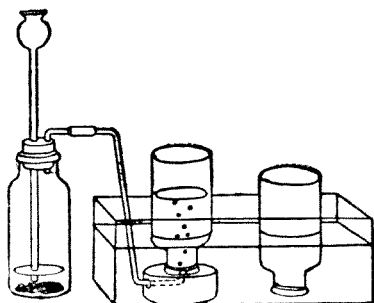
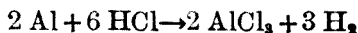


通水蒸氣於燒紅的鐵上,也能生氫氣.



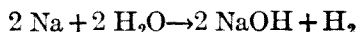
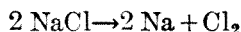
(2) **稀酸和金屬(實驗室法).** 加鋅,鐵,錫,鉛等金屬於稀酸,就生氫氣,普通實驗室中,多用鋅粒加稀硫酸或稀鹽酸(見圖).





製備氫氣

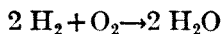
(3) 電解水或電解食鹽溶液的副產品(工業法).  
食鹽的水溶液,也能由電解而生氫氣,他的反應如下:



### § 31. 氫氣的性質.

(1) 物理性質. 氫是無色無臭無味的氣體,是元素中最輕的氣體,比重 0.0898. 不易溶於水.

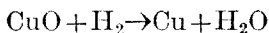
(2) 化學性質. 氫氣不能助燃但能自燃,燃時和氧氣化合而成水.



以燃燭探入氫氣的瓶中,燭滅而瓶口已着無色的火焰,燭初入時,瓶口有爆發聲. 所以氫氧混合物是一

個爆發劑。

氫氣能使一氧化銅還原 (reduced), 而自己取氧而成水。



所以氫是極有用的還原劑 (reducing agent). 除氫氣外, 做還原劑的, 還有碳, 一氧化碳, 鋅及鹽酸等。

### § 32. 氫氣的功用.

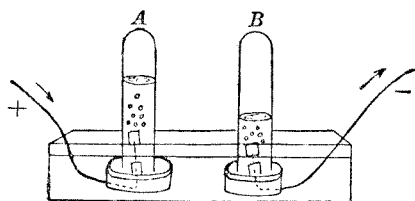
氫氣可以充盛飛艇, 硬化油脂, 合成氨氣 ( $\text{NH}_3$ ), 又可製高約  $2000^\circ$  的氫氧焰 (oxyhydrogen flame).

## 第二節 水

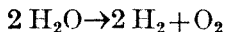
### § 33. 水的組成.

純水的組成, 可用二種方法來證明:

(1) 分析法. 就是用電解的方法, 加少許稀硫酸於水使之傳電, 再通以電流, 使水電解 (electrolysis). 就見陽極鉑片 (A) 上生氧氣, 陰極鉑片 (B) 上生兩倍體積的氫氣。

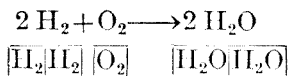


水的電解



足見水是兩體積的氫氣和一體積的氧氣，化合而成 (composition by volume). 這個方法叫**分析法** (analysis) 或**分解法** (decomposition). 凡通電使一化合物分解，叫做**電解** (electrolysis).

(2) **合成法**. 照前法所得的結果，取二體積的氫和一體積的氧在測氣管內混合後，通電使之反應，再合成水，得二體積水蒸氣，這就叫**合成法**或**綜合法** (synthesis).



由上二法的結果，可以從氫氧二氣的密度，算出水的重量組成 (composition by weight) 之比和百分數 (percentage composition) 如下：

	氫	氧
體積比	2	1
重量比	1	7.95
百分比	11.2	88.8

問 (一)：純淨之水，其化學成分如何？用何種實驗方法可以證明之？ (滬，二十二年)

問 (二)：試述二種不同方法，以測定水之組成。

(蘇，一屆)

答：二問均如 § 33 所述。

問(三): 測氣管內含氫與氧各 50 c. c., 通電後化合成水, 問所餘之氣體為何氣! 其體積若干! (蘇, 一屆, 補)

答: 照合成法的結果, 知得 50 c. c. 之水蒸氣, 冷之成水, 餘 25 c. c. 氧氣.

問(四): 使 25 c. c. 之氫與 1.4 c. c. 之氧化合, 其結果如何! (桂, 二屆)

答: 照合成法, 二體積之氫, 和一體積之氧化合可以產生二體積之水蒸氣. 所以 1.4 c. c. 的氧, 祇能用  $2 \times 1.4 \text{ c. c.} = 2.8 \text{ c. c.}$  的氫化合成 2.8 c. c. 的水蒸氣, 餘下 22.2 c. c. 的氫.

### § 34. 天然水.

天然水卻不純粹, 常含有鉀, 鈉, 鎂, 鋁, 鈣, 碳酸氣, 氮, 有機化合物及細菌等. 要使天然水變為純潔, 可用下列數法:

- (1) 蒸餾法——可以完全除去水中雜質.
- (2) 沈澱法——加明礬等使一部分雜質, 沈於水底.
- (3) 過濾法——將水濾過木炭, 砂, 石子等, 除去較大的雜質及細菌等.
- (4) 殺菌法——加藥劑如氯氣, 漂白粉或臭氧等





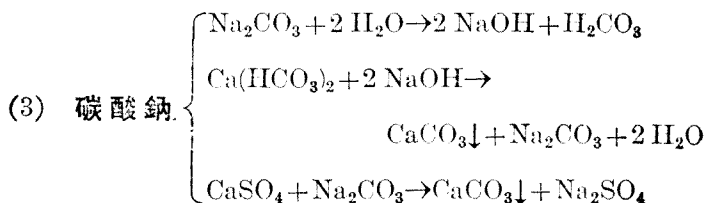
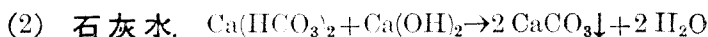
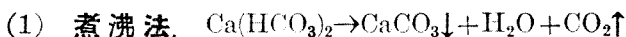
問：如用硬水洗衣，須費肥皂甚多，何故？

(滇，二十三年，夏)

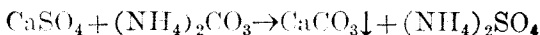
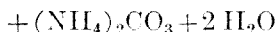
答：硬水洗衣，肥皂先和水中的鈣鎂鹽類反應，成不能溶解的鈣及鎂肥皂，必須將水中所含的鈣鎂鹽完全化合，然後肥皂才能起作用而發泡，所以費肥皂甚多。

### § 37. 硬水軟化法

煮沸或加藥品使鈣鎂鹽類，都變為難溶的碳酸物而沈澱，所加的藥品及理由如下：



(4) 氫氧化銨. (祇用於鈣鹽)



(5) 硼砂. (Borax).  $(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)$ .

因水解而生  $\text{NaOH}$ ，功用如  $\text{NH}_4\text{OH}$ 。

問 (一): 試述硬水之害處及其軟化法。(蘇,一屆)

答. 觀 § 36 及 § 37 兩段.

問 (二): 何謂硬水?硬水對於肥皂有何妨礙?宜用何法除去水中之硬性?試詳言之. (贛,二十二年)

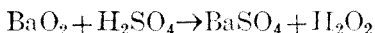
答: 參觀 § 35 § 36 及 § 37 三段.

### 第三節 過氧化氫

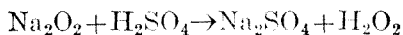
#### § 38. 過氧化氫.

也是氫和氧的化合物,不過是二原子的氫和二原子的氧構成的,所以他的分子式是  $H_2O_2$  (hydrogen peroxide).

(1) 製法: (a)加稀硫酸於過氧化鉬.



(b)加硫酸於過氧化鈉.



(2) 性質: 無色的液體,比重 1.44. 容易分解產生新生態的氧,以氧化他物,所以是強烈的氧化劑.



過氧化氫又具還原作用,蓋其分解所生原子狀態之氧,又能奪取他物質中之氧而成氧氣分子故也.

(3) 功用: 氧化劑,漂白,防腐,消毒,等.

## 第六章

### 氮氣及空氣

#### 第一節 氮氣

##### § 39: 氮氣的製法.

(1) 分離空氣. 除去空氣中的氧氣,就得氮氣,去氧氣的方法如下:

(a) 燒磷於倒置水上的量筒內,磷和氧化合成可溶於水的五氧化二磷,水上升約  $\frac{1}{5}$  的體積,餘下的  $\frac{4}{5}$  就是氮氣.

問: 試擬一法,以測定空氣中含氧之體積.

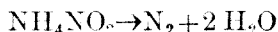
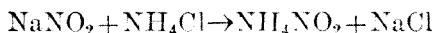
(蘇,一屆,補)

答: 由上法試驗,知上升  $\frac{1}{5}$  的體積,就是空氣中含氧的體積.

(b) 由液態空氣中取得. 用高壓力和低溫度,可使空氣液化,液態空氣中液態氮的沸點低( $-195.7^{\circ}\text{C}.$ ),液態氧的沸點高( $-182.9^{\circ}\text{C}.$ ),所以可以將氮氣先蒸發

出來,供工業上應用。

(2) 取純氮氣法。因為空氣中除氮氧外有少量的稀有氣體等,所以由空氣製出的氮不是純粹的,純粹的氮氣須用化學藥品,法加熱於亞硝酸銨,就分解而生氮,普通把亞硝酸鈉和氯化銨的混合物,加熱就得:



#### § 40. 氮氣的性質。

氮氣是無色無味無臭的氣體,比重1.25,不能自燃亦不能助燃,不易和任何物質起化學作用,但在高溫度時,能和鎂鈣等化合而生氮化物(nitride),又用電弧作用,可以和氧生一氧化氮(NO),和氫生氨(NH<sub>3</sub>)。

#### § 41. 氮氣的功用。

製硝酸,造肥料,充盛電燈泡和製高溫度的(300—500°C.)溫度計。

#### § 42. 稀有氣體。

空氣中除氮氧外,含有極少量的稀有氣體(rare gases)。他們的名稱和符號如右表:

名稱	符號	序	原子量	密度
氦	He	2	4.002	0.1785
氖	Ne	10	20.183	0.9002
氬	A	18	39.944	1.7824
氪	Kr	36	83.7	3.708
氙	Xe	54	131.3	5.851
氡	Rn	86	222	9.73

這類的元素,和一切其他的元素,沒有化合的能力,所以又稱鈍氣(inert gases).

氫在空氣中最多,占 0.94%. 其餘的僅占 0.002%. 近代工業上常取氫代氫以實飛艇,免除爆發的危險.

問: 氮在元素中,是化性比較活潑的.

(滇,二十二年,測驗)

答: 適得其反,氮是很不活潑的一個元素.

## 第二節 空氣

### § 43. 空氣是一混合物.

證明空氣是一混合物的理由如下:

- (1) 氫氧兩成分可以照比例混合而成人造空氣.
- (2) 分析溶解於水的空氣,氧比氮溶解得多.
- (3) 液態空氣,氮氧二成分的沸點不同.

問: 空氣成分幾全為氮氧二種元素,但二者乃混合,非化合之物質,由何可以證明之! (河北,二十二年)

答: 如 § 43 所述.

空氣的成分. 乾空氣的成分如下表:

100 體積的空氣中含:

氮.....78%

氧.....	21%
氫.....	0.94%
二氧化碳.....	0.04%
氮,氖,氬,氙.....	微量

問 (一): 空氣之成分爲何?係混合物,抑化合物?與動物有何關係?試就所知以對. (晉,二十二年)

答: 空氣的成分,如 § 43 所述,是混合物不是化合物,他的理由,可以參觀 § 43. 他和動物的關係,氧可供動物呼吸,若沒有氧,動物都要窒息而死,氧又可以助燃燒,供人類生熱取火.

問 (二): 空氣的成分是有一定比例的,所以空氣是化合物. (滇,二十二年,測驗)

答: 不是的,理由如 § 43 所述

# 第七章

## 化學計算

### 第一節 求分子式

#### § 44. 求分子式.

從化合物的組成及分子量和所含各元素的原子量,可以求這化合物的分子式.

例(一): 水的組成是氫11.19%,氧88.81%,由實驗的結果,知道他的分子量是約18. 求水之分子式.

法: 組成            原子量            原子比例

$$\text{氫} \quad 11.19 \div 1 = 11.2$$

$$\text{氧} \quad 88.81 \div 16 = 5.55$$

以原子比例中最小的量除其他各量,可得原子整數的比,故  $11.2 \div 5.55 = 2$ . 得氫與氧是2與1之比,於是知水的最簡的式是  $\text{H}_2\text{O}$ . 又因  $\text{H}_2\text{O}$  各原子量的和是  $2 \times 1 + 16 = 18$ . 適和實驗所得的分子量符合,所以  $\text{H}_2\text{O}$  就是水的分子式.

例(二): 分析某化合物的結果,知道他的組成是

碳 80%，氫 20%，他的分子量是 30，求其分子式。

	組成	原子量	原子比例
碳	80%	$\div 12$	$= 6.67$
氫	20%	$\div 1$	$= 20.00$

$$20.00 \div 6.67 = 3.$$

所以碳和氫的比是 1 : 3，知道這化合物最簡的式是  $\text{CH}_3$ 。但  $\text{CH}_3$  的各原子量的和是  $12 + 3 = 15$ 。而分子量應是 30，剛是 15 的二倍，所以這個分子式應是  $\text{C}_2\text{H}_6$ 。

凡由分析實驗所得表示物質組成的最簡式，稱為實驗式 (empirical formula)。例 (二) 中的  $\text{CH}_3$  就是實驗式。實驗式有時就是分子式，像  $\text{H}_2\text{O}$ ，有時分子式是實驗式的倍數，像  $\text{CH}_3$  和  $\text{C}_2\text{H}_6$ 。

問 (一)：有一種化合物，其組成爲碳 10.04%，氫 0.83%，氯 89.13%，對於氫之比重爲 59.75，問此物質之分子式如何？ (川)

答：照前例計算：

	組成	原子量	原子比例
碳	10.04	$\div 12$	$= .836$
氫	0.83	$\div 1$	$= .83$
氯	89.13	$\div 35.5$	$= 2.510$



以 0.83 除 2.51 適得近似值 3. 於是原子比例是  $C:H:Cl=1:1:3$ . 所以這化合物的最簡式(或實驗式)是  $CHCl_3$ . 又因他對於氫氣的比重是 59.75. 因氫的分子量是 2, 所以這個化合物的分子量是  $59.75 \times 2 = 119.5$ , 現在  $CHCl_3$  各原子量的和是  $12+1+3 \times 35.5 = 119.5$ , 所以  $CHCl_3$  就是所求的分子式.

問(二): 有一物質之組成, 碳為 92.3%, 氫為 7.7%, 若其分子量為 78. 試求其分子式. (贛, 二十二年)

答: 組成 原子量 原子比例

$$\text{碳} \quad 92.3 \quad \div \quad 12 \quad = \quad 7.7$$

$$\text{氫} \quad 7.7 \quad \div \quad 1 \quad = \quad 7.7$$

$7.7 \div 7.7 = 1$ , 故碳和氫的比是 1:1. 實驗式是 CH. 但 CH 的原子量和是  $12+1=13$ , 祇合 78 的  $\frac{1}{6}$ , 所以 C, H, 兩原子須各倍以 6, 於是得所求的分子式是  $C_6H_6$ .

問(三): 有一化合物, 其分析所得的百分率組成爲  $K=38.67\%$ ,  $N=13.88\%$ ,  $O=47.55\%$ , 並經測定其分子量為 101.2, 若原子量  $K=39.098$ ,  $N=14$ ,  $O=16$ , 問此化合物之分子式如何? (桂, 一屆)

答: 組成 原子量 原子比例

$$K \quad 38.67 \quad \div \quad 39.098 \quad = \quad 0.98$$

$$\text{N} \quad 13.88 \div 14 = .99$$

$$\text{O} \quad 47.55 \div 16 = 2.97$$

$$2.97 \div 0.99 = 3.$$

$$\therefore \text{K}:\text{N}:\text{O} = 1:1:3.$$

故得實驗式爲  $\text{KNO}_3$ .

$\text{KNO}_3$  原子量和 =  $39.098 + 14 + 3 \times 16 = 101.098$ , 和 101.2

相近.

$\therefore \text{KNO}_3$  就是所求的分子式.

問(四): 某化合物分析的結果爲  $\text{Ca} = 29.4\%$ ,

$\text{S} = 23.56\%$ ,  $\text{O} = 47.04\%$ , 分子量爲 136.2, 試求其分子式.

(原子量:  $\text{Ca} = 40.07$ ,  $\text{S} = 32.06$ ,  $\text{O} = 16$ ). (桂, 二屆)

答: 組成 原子量 原子比例

$$\text{Ca} \quad 29.40 \div 40.07 = 0.734$$

$$\text{S} \quad 23.56 \div 32.06 = 0.734$$

$$\text{O} \quad 47.04 \div 16 = 2.94$$

$$2.94 \div 0.734 = 4 \quad \therefore \text{Ca}:\text{S}:\text{O} = 1:1:4.$$

就是某化合物的實驗式是  $\text{CaSO}_4$ . 又因  $\text{CaSO}_4$  的各原子量的和, 是  $40.07 + 32.06 + 4 \times 16 = 136.13$ , 剛和題中所示的分子量相符合, 所以  $\text{CaSO}_4$  就是某化合物的分子式.

### § 45. 求分子中各成分的百分數.

從分子式中各元素的原子量,和全分子量,可求各成分的百分數.

例: 求硫酸的百分數.

解: 先求硫酸的分子量,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $2+32+4\times 16=98$ .

次求各成分的比.

$$\text{氫} = \frac{2}{98}, \text{硫} = \frac{32}{98}, \text{氧} = \frac{64}{98}.$$

末求各成分的百分數.

$$\text{氫} = \frac{2}{98} \times 100 = 2.04\%.$$

$$\text{硫} = \frac{32}{98} \times 100 = 32.65\%.$$

$$\text{氧} = \frac{64}{98} \times 100 = 65.31\%.$$

問: 求氯酸鉀( $\text{KClO}_3$ )中氧的百分數.

(滇,二十二年)

答:  $\text{KClO}_3$ , 分子量 =  $39+35.5+3\times 16=122.5$

$$\text{O} = \frac{48}{122.5} \times 100 = 39.18\% . (\text{答})$$

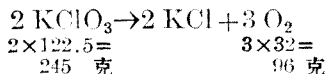
## 第二節 化學方程式的應用

### § 46. 化學方程式的應用

由化學方程式,可以知反應物質和生成物質重量的關係,若是氣體,更可知體積的關係,因此可以互求他們的重量和關係。

例(一): 欲製氧10克,須用氯酸鉀若干克?

解: 方程式為  $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ , 由方程式知二分子的氯酸鉀,加熱分解,可得二分子的氯化鉀和三分子的氧氣,以重量的比例來說,是二克分子量氯酸鉀,可以產生二克分子量的氯化鉀和三克分子量的氧氣,氯酸鉀的分子量是 122.5, 而氧的分子量是 32. 就是.



現在要製10克的氧,須氯酸鉀若干,可以作成比例如下:

令  $x$  代所求氯酸鉀的克數.

$$245 : 96 = x : 10.$$

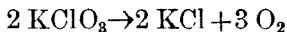
解之,得  $x = \frac{245 \times 10}{96} = 25.5$  克

故答須氯酸鉀 25.5 克.

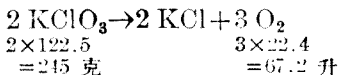
例(二): 上題若改為欲製標準狀況下之氧氣10升(l.),須氯酸鉀若干克?

解: 這是求體積和重量的關係,祇須以式中有關係的氣體的克分子量,代以克分子容積22.4升即得.仍

用前方程式:



就是二克分子量的氯酸鉀,可以產生標準狀況下三克分子容積的氧,即 245 克的氯酸鉀,產生  $3 \times 22.4 = 67.2$  升(l.)的氧氣.



若以  $x$  代所求氯酸鉀的克數,得比例式如下:

$$245 : 67.2 = x : 10$$

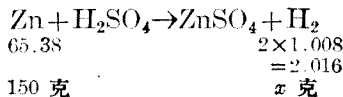
$$\text{解之,得 } x = \frac{245 \times 10}{67.2} = 36.5 \text{ 克. (答)}$$

上題若 10 升的氧不在標準狀況下,就須利用以前所論的氣體方程式來先求在標準狀況下的體積.

問 (一): 用鋅 150 克加入稀硫酸,可製出氫氣若干克?  
(浙,二十一年,覆試)

(原子量: 鋅 = 65.38, 氫 = 1.008, 硫 = 32.064)

答: 方程式:



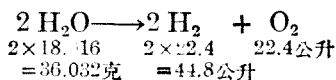
$$65.38 : 2.016 = 150 : x$$

$$x = \frac{2.016 \times 150}{65.38} = 4.625 \text{ 克}$$

答: 可製氫氣 4.625 克.

問(二): 50克的水,被電氣分解,可得標準狀態的氫氧各若干公升?  
(滇,二十二年)

答: 方程式:



試以  $x$  代所求氫的公升數,  $y$  代氧的公升數,得比例式如下:

$$36.032 : 44.8 = 50 : x$$

$$36.032 : 22.4 = 50 : y$$

解之,得:

$$x = \frac{44.8 \times 50}{36.032} = 62.167 \text{ 公升(氫)}$$

$$y = \frac{22.4 \times 50}{36.032} = 31.0835 \text{ 公升(氧)}$$

答可得氫 62.167 公升,氧 31.0835 公升.

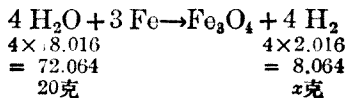
問(三): 用 20 克的水,加熱所成的蒸氣,通過赤熱的鐵後,問

(a) 所放出的氫氣重若干?

(b) 所放出的氫氣在標準溫度壓力之下,體積若干?

(桂,一屆)

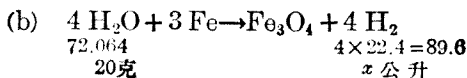
答: (a) 方程式:



$$72.064 : 8.064 = 20 : x$$

$$\therefore x = \frac{8.064 \times 20}{72.064} = 2.238 \text{ 克}$$

答可得氫氣 2.238 克。



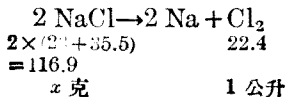
$$72.064 : 89.6 = 20 : x$$

$$x = \frac{20 \times 89.6}{72.064} = 24.867 \text{ 公升}$$

答可得標準狀況下的氫 24.867 公升。

問(四): 取氯氣一公升(標準溫度壓力),用食鹽若干?(原子量 Na = 23, Cl = 35.5) (桂,二屆)

答: 食鹽電解,可得氯氣,他的方程式如下:

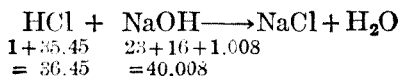


$$116.9 : 22.4 = x : 1$$

$$\therefore x = \frac{116.9 \times 1}{22.4} = 5.218 \text{ 克. (答).}$$

問(五): 100 克之鹽酸中含有 8% 氯化氫,問要若干之氫氧化鈉方能使之中和? (滇,二十三年,夏)

答：方程式：



$$100 \times \frac{8}{100} = 8 \text{ 克} \dots\dots (\text{氯化氫})$$

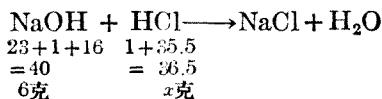
$$36.45 : 40.008 = 8 : x$$

$$\therefore x = \frac{40.008 \times 8}{36.45} = 8.778 \text{ 克}$$

答：須氫氧化鈉 8.778 克。

問(六)：有溶解氫氧化鈉 6 克之溶液，今欲用 5% 鹽酸中和之，問須此種鹽酸若干克？(H=1, O=16, Na=23, Cl=35.5) (贛，二十三年)

答：方程式：



$$\therefore 40 : 36.5 = 6 : x$$

$$\therefore x = \frac{36.5 \times 6}{40} = 5.475 \text{ 克}$$

$$5.475 \times \frac{100}{5} = 109.5 \text{ 克}$$

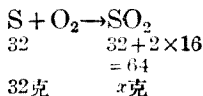
答：須此種鹽酸 109.5 克。

問(七)：燃燒 32 克之硫黃於空氣中，則可得若干克之二氧化硫氣體？若將該氣體通入水中，則可得若



于克之亞硫酸? (硫 = 32, 氧 = 16, 氫 = 1) (滬, 二十二年)

答: 先求二氧化硫的重量, 方程式:

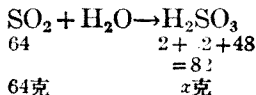


$$32 : 64 = 32 : x.$$

$$x = \frac{64 \times 32}{32} = 64 \text{ 克}.$$

答: 可得二氧化硫 64 克.

次求亞硫酸的重量, 方程式:



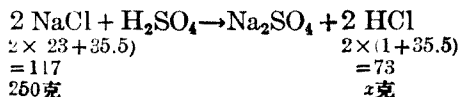
$$64 : 82 = 64 : x$$

$$\therefore x = \frac{82 \times 64}{64} = 82 \text{ 克}.$$

答: 可得亞硫酸 82 克.

問(八): 今有氯化鈉 250 克, 能製得氯化氫氣體若干克? 設在標準狀態之下, 此氯化氫氣體為若干公升 (liter)? (Na = 23, Cl = 35.5, H = 1) (贛, 二十二年)

答: 先求氯化氫之重量, 方程式:



$$117 : 73 = 250 : x$$

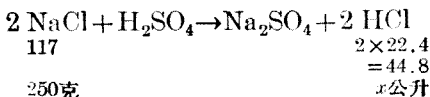
$$\therefore x = \frac{73 \times 250}{117} = 156 \text{ 克. (答).}$$

次求氯化氫在標準狀態下的體積,其法有二.

(1) 照上面的方程式,知每36.5克的氯化氫,占22.4公升(liter)的體積,故可得156克所占有的爲

$$\frac{156}{36.5} \times 22.4 = 95.73 \text{ 公升.}$$

(2) 直接在方程式裏,求得他們的關係.

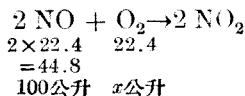


$$117 : 44.8 = 250 : x$$

$$\therefore x = \frac{44.8 \times 250}{117} = 95.73 \text{ 公升.}$$

問(九): 一氧化氮100公升,遇空氣成二氧化氮,需空氣若干公升? (蘇,一屆)

答: 方程式:



以  $x$  代純氧氣的體積

$$44.8 : 22.4 = 100 : x$$





## 第八章

### 食鹽,氯,氫氧化鈉,鹽酸及碳酸鈉

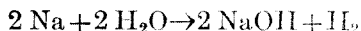
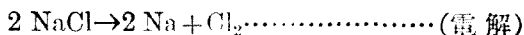
#### 第一節 食鹽

##### § 47. 食鹽.

食鹽就是氯化鈉 (sodium chloride) (NaCl). 是一種無色正方體的結晶,因為產地的不同,有海鹽,池鹽,井鹽,岩鹽的分別.除供食用外,是氯,鈉,氫氧化鈉和鹽酸等化合物最重要的原料.

##### § 48. 食鹽溶液的電解.

食鹽的水溶液通電後,陽極上產生氯氣,陰極上產生鈉,鈉立刻和水起反應,產生氫氣和氫氧化鈉.他的反應式如下:



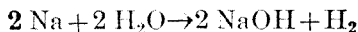
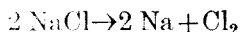
食鹽電解是近代工業上產生氯氣的主要方法,氫氧化鈉和氫氣是他的副產品.

電解食鹽的方法有多種,不外設隔膜,使陰陽兩極不相混和,免去副作用,不生別種化合物(參觀本館鄭貞文編復興教科書化學第79—80頁).

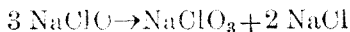
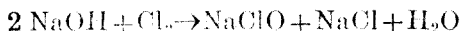
問: 食鹽之水溶液電解之,其變化若何!

(浙,二十一年,覆試)

答: 食鹽的水溶液電解後,陽極上產生氯,陰極上產生鈉,不過鈉再和水起反應,產生氫和氫氧化鈉,他的主要反應式有二:



若陰陽二極的液體相混,就發生副作用而產生氯酸鈉.



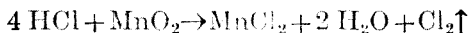
## 第二節 氯

§ 49. 氯氣(chlorine).

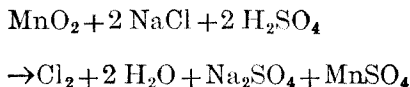
(1) 製法:

(a) 工業法 電解食鹽溶液.

(b) 實驗室法 加濃鹽酸於二氧化錳而熱之:



又因鹽酸可以從食鹽和硫酸製備出來,所以可以用食鹽,硫酸和二氧化錳三者製備氯氣:

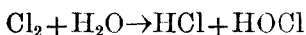


二氧化錳是用作氧化劑。

(2) 性質:

(a) 物理性質 氯是黃綠色的氣體,有刺激性的惡臭,極毒,雖極少量也能傷及咽喉和肺,歐戰時用之於 $-34^\circ$  (常壓)液化,比重2.49(空氣=1).易溶於水。

(b) 化學性質 氯的性質很活潑,能和許多元素直接反應而生氯化物(chlorides).和氫的化合力甚大,往往發大熱而生氯化氫,氯溶於水後,一部分成鹽酸和次氯酸(hypochlorous acid).次氯酸很不穩定,易分解而生新生態的氧,所以是氧化劑,可以漂白棉布等物。



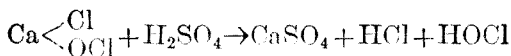
(3) 功用: 氯在工業上功用甚大,可以造四氯化碳(carbon tetrachloride) ( $\text{CCl}_4$ ) 和三氯甲烷(chloroform)  $\text{CHCl}_3$  等化合物.通入石灰,可以製漂白粉(bleaching powder  $\text{Ca} \left\langle \begin{array}{c} \text{OCl} \\ \text{Cl} \end{array} \right\rangle$ ),或他種次氯酸鹽以供漂白及消毒之用。

問 (一): 工業上製造氯氣方法為何?氯氣之重要用途為何?試略述之. (滬,二十三年)

答: 工業上氯氣是由電解食鹽的水溶液製造的. 氯氣的重要用途是製漂白粉,次氯酸或他種次氯酸鹽以供漂白及消毒等用,又可以製別種有用的氯化物像四氯化碳,和三氯甲烷等.

問 (二): 漂白粉如何製造?因何而有漂白作用? (皖)

答: 通氯氣於熟石灰,就生漂白粉.  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ca} \begin{matrix} \text{OCl} \\ \text{Cl} \end{matrix} + \text{H}_2\text{O}$ . 漂白時,先將布帛浸於漂白粉的水溶液,再浸於稀酸,或和空氣中的碳酸氣起反應,生次氯酸. 由次氯酸而生新生態的氧,和布帛等顏色物起氧化,因此就有漂白作用.

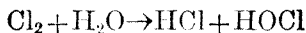


問 (三): 氯能漂白顏色物之理由為何?

(滇,二十三年,夏)

答: 氯水中含次氯酸,次氯酸分解而生新生態的氧,和顏色物起氧化反應,所以能漂白.



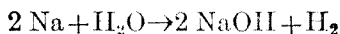
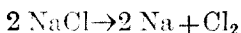


### 第三節 氫氧化鈉

#### § 50. 氫氧化鈉 (sodium hydroxide).

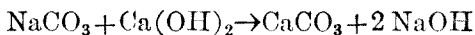
##### (1) 製法:

(a) 電解食鹽的水溶液。食鹽水溶液電解後，除陽極生氯和陰極生氫外，陰極的水溶液中，產生氫氧化鈉。

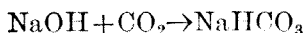
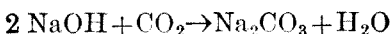


將氫氧化鈉的水溶液蒸乾後，製成棒狀或塊狀，供種種應用。

(b) 化學方法。加熟石灰於碳酸鈉的溶液，也可得氫氧化鈉：



(2) 性質：氫氧化鈉是白色固體，他的水溶液有澀味，能使紅石蕊 (litmus) 試紙變為藍色，性極猛烈，能傷皮膚，所以又叫苛性鈉 (caustic soda)。在空氣中善吸收水和二氧化碳。

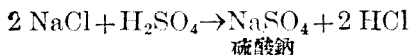
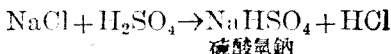


(3) **功用:** 是造肥皂,紙,棉布和其他工業上重要的材料。

#### 第四節 鹽酸

§ 51. 鹽酸 (hydrochloric acid) (HCl).

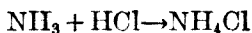
(1) **製法:** 滴濃硫酸於食鹽,稍熱之,就生氯化氫 (hydrogen chloride) 氣體,可以用向下集氣法收取之, (downward displacement)



如硫酸不多,瓶底得無色的硫酸氫鈉,否則得硫酸鈉,也是無色的固體。

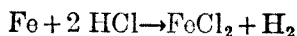
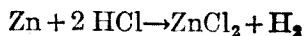
(2) **性質:** 氯化氫在常溫是無色的而有刺激性的氣體,不能助燃,也不能自燃,比空氣約重四分之一,極容易溶解於水,他的水溶液就是鹽酸 (hydrochloric acid). 有酸味,能使藍色石蕊液變為紅色,氯化氫氣體,若以玻璃棒蘸氨水 (ammonium hydroxide) ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) 近

之，立刻產生濃白煙霧，是試驗氯化氫的一種顯著方法。

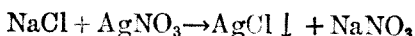


試取氯化氫一瓶，瓶口塞以二孔的軟木塞，一孔插一橡皮管；橡皮管中裝水另一孔插一長玻管，倒置水槽中，槽內是藍石蕊的水溶液。試驗時將橡皮管輕輕一捏，射水入氯化氫瓶中，因氯化氫極易溶於水，瓶內壓力減小，水槽內的石蕊液即被壓上，由玻管射出若噴泉，又因一部分的氯化氫溶解於水而成鹽酸，所以藍石蕊液射入瓶內即變紅色。

乾燥的氯化氫，很不活潑，幾不和任何物質起反應，但若含濕氣，或他的水溶液，就能和鋅，鐵等起反應，而產生氫氣和金屬的氯化物。



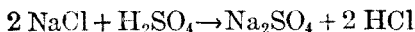
(3) 氯化物的檢驗：加硝酸銀溶液於氯化物，就生白色沉澱的氯化銀：



問(一)：商業上預備鹽酸之法如何？試書其緊要反應式以明之。

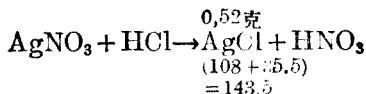
(滬，二十二年，夏)

答：商業上預備鹽酸的方法，是食鹽加硫酸，將所得氯化氫氣體溶於水中就得他的緊要反應式是：



問(二)：以銀幣 0.5 克溶於硝酸中，加注鹽酸，則生 0.52 克氯化銀，求銀在此幣中所占百分成分 ( $\text{Ag} = 108$ ,  $\text{Cl} = 35.5$ )。 (贛, 二十二年)

答：



$$\therefore \text{Ag} : \text{AgCl} = 108 : 143.5$$

令  $x$  代此銀幣中純銀的克數，就得以下的比例：

$$108 : 143.5 = x : 0.52$$

$$x = \frac{108 \times 0.52}{143.5} = 0.3914 \text{ 克}$$

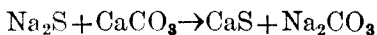
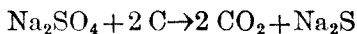
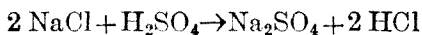
$\therefore$  銀在此幣中所占的百分數  
是  $\frac{0.3914}{0.5} \times 100 = 78.28\%$ 。

### 第五節 碳酸鈉

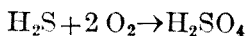
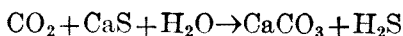
§ 52. 碳酸鈉 (sodium carbonate).

(1) 製法：工業上的製法有二，都以食鹽為原料。

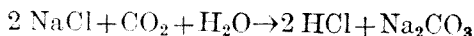
(a) 路布蘭法 (Leblanc's process) 以食鹽和硫酸加熱生硫酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). 再加以炭及石灰石, 於反射爐中熱之, 由下列的反應而得碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).



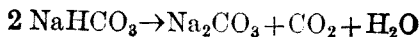
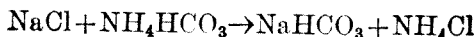
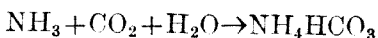
副產物硫化鈣和二氧化碳, 可以再製碳酸鈣和硫酸以爲原料.



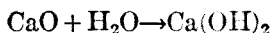
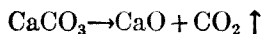
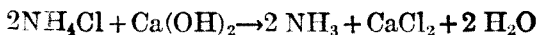
所以路布蘭法所用的最多的原料不過是食鹽, 二氧化碳和水, 可以總括之如下式:



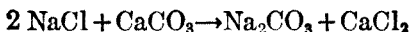
(b) 索爾未法 (Solvay's process). 這是比較新的一個方法, 是通氨和二氧化碳於食鹽, 先得碳酸氫鈉, 加熱而得碳酸鈉:



副產品鹵砂 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 可以加石灰而得氨; 二氧化碳可以當原料再用。



所以索爾未法中所用的原料, 不過食鹽和石灰石, 總括之如下式:



問(一): 試述製造碳酸鈉之二種方法, 並舉其優劣之點。 (蘇, 二屆)

答: 製造碳酸鈉的二種方法, 已如上述, 路布蘭法, 用食鹽為原料, 價錢很便宜, 副產物可以再用,  $\text{HCl}$  又是有用的產物, 是他的優點; 不過須用硫酸和反射爐等, 方法複雜, 產物不純, 是他的劣點。近代趨向, 已改用較新的索爾未法, 因為原料是食鹽和石灰石, 都很便宜, 副產品可以再用, 也沒有損失, 而方法比較簡單, 都是他的優點。

問(二): 試述索爾未 (Solvay) 製碳酸鈉法之概要, 及其優點。 (川)

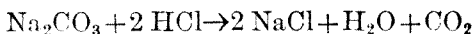
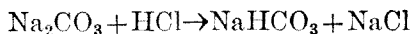
答：索爾未製碳酸鈉法之概要，可參考上述 (b) 他的優點，參觀問(一)答案。

問(三)：由食鹽製碳酸鈉的方法為何？其逐步之化學反應如何？ (桂，一屆)

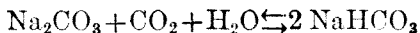
答：上述(a)(b)兩法，都可以作為答案。

(2) 性質：碳酸鈉普通為白色固體，含有結晶水十分子( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )，易溶於水，有下列的化學性質：

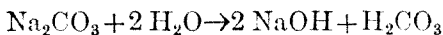
(a) 遇酸就分解而生二氧化碳：



(b) 易吸收二氧化碳而生碳酸氫鈉，碳酸氫鈉遇熱又放出二氧化碳而生碳酸鈉：



(c) 遇水就分解，生氫氧化鈉而呈鹼性：



(3) 用途：碳酸鈉可供製造肥皂，玻璃，苛性鈉及其他鈉鹽的原料，家庭中供洗濯用。

碳酸氫鈉( $\text{NaHCO}_3$ )又名小蘇打，可製滅火器，汽水，發酵粉(baking powder)和醫學上的制酸劑。

問: 試舉碳酸鈉之四種重要用途。(浙, 二十二年)

答: 碳酸鈉可供製造肥皂, 玻璃, 苛性鈉等的原料, 和家庭中洗濯用。

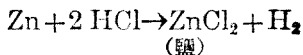
## 第六節 酸, 鹽基及鹽

### § 53. 酸, 鹽基及鹽.

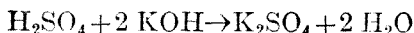
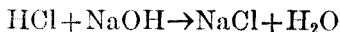
酸(acid)和鹽基(base)的不同可由下表說明:

酸	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有酸味</li> <li>2. 藍石蕊試液變紅</li> <li>3. 有可和金屬替代的氫原子(H)</li> <li>4. 和鹽基中和(neutralize)而生鹽(salt)</li> </ol>	鹽基	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有澀味</li> <li>2. 紅石蕊試液變藍</li> <li>3. 是金屬和氫氧根(hydroxyl group)(OH)的化合物</li> <li>4. 和酸中和而生鹽</li> </ol>
---	--	----	--

酸中氫被金屬取代後所得的化合物, 稱為鹽(salt).



酸和鹽基反應, 能使兩種都消失自己的性質, 這種反應, 稱為中和(neutralization). 中和作用, 常產生鹽和水:



鹽基在水溶液中的性質, 有時稱為鹼性(alkaline).



酸的鹽基度 (basicity) 由可替代的氫原子的數目而定。

鹽基的酸度 (acidity) 由所含氫氧根的數目而定。

酸的氫原子完全為金屬取代的鹽，為正鹽 (normal salt)。一部分取代的稱為酸性鹽 (acid salt)。鹽基的氫氧根，不完全為酸根 (acid radical) 取代時所生的鹽，稱鹽基性鹽 (basic salt)。酸和鹽基各有強弱的不同。

一鹽基性酸	二鹽基性酸	三鹽基性酸
HCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
HBr	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	

正鹽	酸性鹽	鹽基性鹽
NaCl	NaHSO <sub>4</sub>	Pb(OH)NO <sub>3</sub>
KCl	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Bi(OH) <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>
CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	

一酸性鹽基	二酸性鹽基	三酸性鹽基
NaOH	Ca(OH) <sub>2</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>
KOH	Ba(OH) <sub>2</sub>	Fe(OH) <sub>3</sub>

酸		鹽基	
強	弱	強	弱
HCl	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	KOH	Al(OH) <sub>3</sub>
HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	NaOH	Fe(OH) <sub>3</sub>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			

問(一)：酸性鹽，鹽基性鹽及中性鹽之區別若何？  
試舉例說明之。(浙，二十一年)

答：這三種鹽可看他有沒有含可替代的氫或氫氧根而定，若鹽中並無可替代的氫或氫氧根，叫做中性鹽，就是正鹽，像氯化鈉 (NaCl)。若含有可替代的氫。

叫做酸性鹽,像硫酸氫鈉( $\text{NaHSO}_4$ ).若含有氫氧根,稱為鹽基性鹽,像鹽基性硝酸鉛( $\text{Pb}(\text{OH})\text{NO}_3$ ).但中性鹽不一定就呈中性,酸性鹽不一定呈酸性,鹽基性鹽也不一定呈鹼性,這又當看造成這鹽的酸和鹽基的強弱而定.

問(二): 試述下列各名詞之定義.(滬,二十三年)

- (a) 中和(neutralization)
- (b) 原子價(valence)
- (c) 化合物(compound)
- (d) 氧化(oxidation)
- (e) 電解(electrolysis)

答:(a) 中和是以相當的酸溶液和鹽基溶液互相反應,至各消失他們自己的性質的作用.

(b) 原子價是某元素一原子能和氫反應或替代的氫原子的數目.

(c) 化合物是二種以上不同的物質起化學變化後所產生的新物質.

(d) 氧化是物質和氧起反應作用,或物質起反應後由低價而變為高價的作用.

(e) 電解是一化合物被電流所分解的反應.

## 第九章

### 硫和他的化合物

#### 第一節 硫

##### § 54. 硫黃 (sulfur).

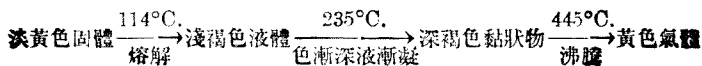
###### (1) 製法:

(a) 取天然硫的蒸氣,冷之就得硫華,硫華受熱熔解,倒入木型,就得硫棒.

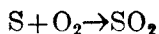
(b) 美國弗拉許 (Frasch) 法.用同心管三套通入地下,取熱至  $170^{\circ}\text{C}$ . 的水由外壓入礦層,使硫熔解,再由內管壓入熱空氣,令融硫成泡沫狀復由中管流出,可以得百分之九十九的純硫.

###### (2) 性質:

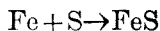
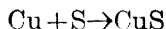
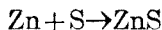
(a) 物理性質. 普通是淡黃色的固體,不溶於水,他和溫度有下列的變化:



(b) 化學性質. 燃燒硫黃,就得刺鼻的二氧化硫氣體:



和大部份金屬共熱,直接反應成硫化物:



(3) 硫的同素異形物: 最主要的有三種:

(a) 斜方硫. 溶硫於二硫化碳( $\text{CS}_2$ ),徐徐蒸發,就得八面體的結晶,叫斜方硫 (rhombic sulfur). 就是通常常見的硫黃.

(b) 單斜硫. 液體硫黃漸凝固,就成針狀結晶,叫單斜硫 (monoclinic sulfur). 在常溫很不穩固,  $96^\circ\text{C}$ . 以下就變為斜方硫.

(c) 彈性硫. 液體硫黃,倒入冷水驟冷,就得彈性硫 (plastic sulfur),又稱無定形硫 (amorphous sulfur),也不穩定,容易回復成斜方硫.

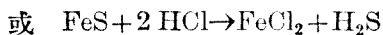
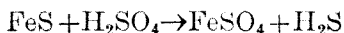
斜方硫和單斜硫,都能溶於二硫化碳,彈性硫則不能.

(4) 用途：製二氧化硫，二硫化碳，硫酸，火藥，橡皮，治皮膚病等。

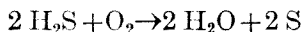
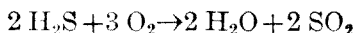
## 第二節 硫化氫

§ 55. 硫化氫 (hydrogen sulfide) ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

(1) 製法：實驗室中普通用啓普氏裝置 (Kipp's generator) 加稀酸於一硫化鐵，就得硫化氫。



(2) 性質：無色氣體，有類似腐蛋的惡臭，易溶於水，水溶液呈弱酸性，在空氣中能燃燒，易和氧氣化合，所以是一種還原劑：



(3) 分析化學上的應用：硫化氫和金屬鹽類溶液反應而生硫化物 (sulfides)。硫化物非特各呈不同的顏色，並且溶解度也不同，所以分析化學上應用硫化氫為分析金屬的試藥：

鹽	硫化物	色	性 質
$\text{CuSO}_4$	$\text{CuS}$	黑	不溶於酸性液
$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	$\text{PbS}$	黑	不溶於酸性液
$\text{AsCl}_3$	$\text{As}_2\text{S}_3$	黃	不溶於酸性液
$\text{SbCl}_3$	$\text{Sb}_2\text{S}_3$	紅	不溶於酸性液
$\text{AgNO}_3$	$\text{Ag}_2\text{S}$	黑	不溶於酸性液
$\text{FeSO}_4$	$\text{FeS}$	黑	溶於酸而不溶於鹼
$\text{ZnSO}_4$	$\text{ZnS}$	白	溶於酸而不溶於鹼
$\text{MnSO}_4$	$\text{MnS}$	淡紅	溶於酸而不溶於鹼
$\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{K}_2\text{S}$	紅	溶於酸或鹼
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{S}$	黃紅	溶於酸或鹼

問：如欲在實驗室中預備硫化氫，應用何種方法與原料？試說明之。硫化氫在分析化學中有何應用？試舉例。  
(滬，二十三年)

答：實驗室中，普通在啓普氏裝置中加稀硫酸或鹽酸於一硫化鐵，就可得硫化氫。硫化氫在分析化學中是一種重要的試藥。如有醋酸鉛，三氯化砷及三氯化銻三種不同的溶液，試各通以硫化氫，就得三種顏色不同的沈澱，硫化鉛是黑的，三硫化二砷是黃的，三硫化二銻是紅的，因為沈澱顏色的不同，可以分辨鉛，砷和銻。又如硫酸銅，硫酸鐵和硫酸鈉三種溶液，各通以硫化氫，則

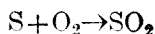
在硫酸銅溶液中有黑色的沈澱,而於其他二液沒有沈澱,若在這二液中,再加氨水,黑色的一硫化鐵就沈澱出來,而硫化鈉因為能溶解於酸或鹼溶液中,仍沒有沈澱,因此可以分別銅,鐵和鈉.

### 第三節 硫的氧化物

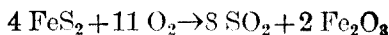
#### § 56. 二氧化硫 (sulfur dioxide)

##### (1) 製法:

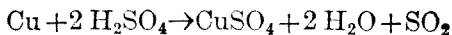
##### (a) 燃硫於空氣中:



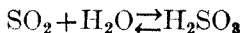
##### (b) 工業上燃黃鐵礦.



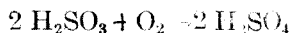
##### (c) 實驗室中,加濃硫酸於銅而熱之.



(2) 性質: 無色氣體,有刺激性,極易液化,易溶於水,而生亞硫酸 (sulfurous acid)  $H_2SO_3$ , 所以又名亞硫酐 (sulfurous anhydride). 但亞硫酸加熱,又分解為水和二氧化硫:

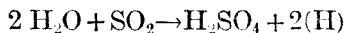


亞硫酸極易吸收氧而生硫酸.



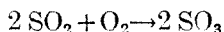
所以是還原劑。

二氧化硫的水溶液，能分解而生新生態的氫，有還原作用，可使有色物漂白：

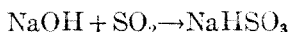
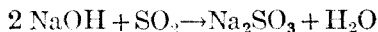


這種漂白作用，和氯不同，並且也不永久。

用白金海綿等作觸媒，二氧化硫能被空氣氧化而生三氧化硫：



二氧化硫通於氫氧化鈉溶液便生亞硫酸鈉和亞硫酸氫鈉：



### (3) 用途：

- (a) 漂白絲，毛，草鞭等氯所不能漂白的東西
- (b) 製造硫酸的原料。
- (c) 消毒，殺菌，防腐等用。

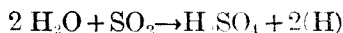
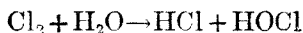
問(一)：試述氯與亞硫酸漂白作用之異點。

(蘇，一屆)

答． 氯和亞硫酸漂白作用完全不同，氯水是因新



生態的氧而起氧化作用，亞硫酸是和水生新生態的氫而起還原作用。所以二種漂白作用，一是氧化，一是還原。



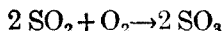
問(二)：氯有漂白性，亞硫酸(二氧化硫)亦有漂白性，二者作用有何不同？ (滬，二十三年)

答：如問(一)答案。

#### 第四節 硫酸

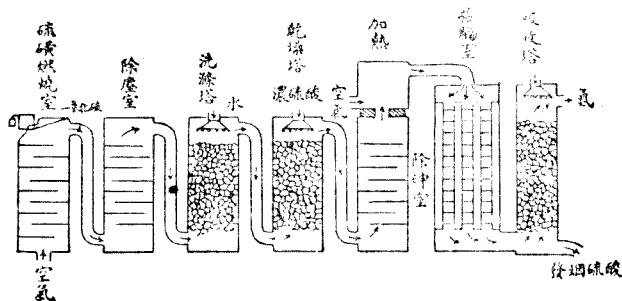
##### § 57. 硫酸 (sulfuric acid).

(1) 製法：工業上硫酸製法有二種，一種是接觸法 (contact process)，一種是鉛室法 (lead chamber process)。都是由三氧化硫(又名硫酐—sulfuric anhydride)加水製得；三氧化硫又由二氧化硫用觸媒氧化而成，所以二法的不同，根本在怎樣由二氧化硫接觸而變為三氧化硫。



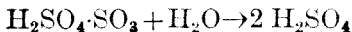
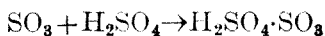
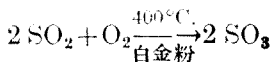
近代常取黃鐵礦( $\text{FeS}_2$ )為造二氧化硫的原料。

(a) 接觸法 以白金或氧化鐵爲觸媒,在溫度 400°C. 時使二氧化硫和空氣氧化而生三氧化硫,三氧



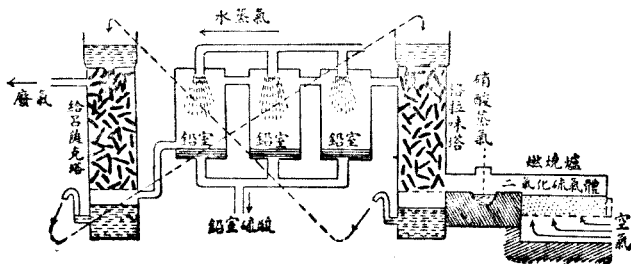
接 觸 法

化硫以 96.7% 硫酸吸收之,而成發煙硫酸 (fuming sulfuric acid),加水就得硫酸。



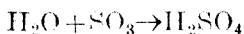
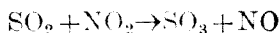
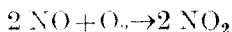
接觸法適合於造濃硫酸之用,是比鉛室法較新的方法

(b) 鉛室法 以氮的氧化物爲觸媒,使二氧化硫



鉛 室 法

氧化爲三氧化硫,和水作用而得硫酸,濃度約60%。他簡單的反應式如下:

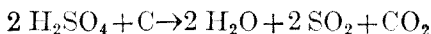


[註] 接觸法和鉛室法的詳細解釋,可參觀本館鄭貞文編復興教科書化學上冊第124至128頁。

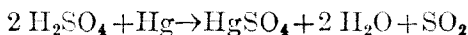
## (2) 性質:

(a) 純硫酸是無色油狀液體,比重1.85。沸點甚高,(338°C.)性極猛烈,易傷皮膚,加入水中,就發劇熱。

(b) 濃硫酸善吸水,所以是乾燥劑(dry agent),又有脫水作用(dehydration),遇有機化合物,就奪取水成分,而遊離碳質,變爲黑色。熱的濃硫酸又爲氧化劑,遇許多物質起反應,而自己還原爲二氧化硫和水。

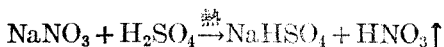
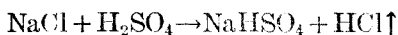


又能使銅,銀和汞起下列反應,得硫酸鹽及二氧化硫:

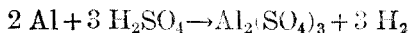
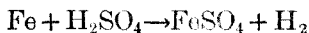


但和金及白金,就不生反應。

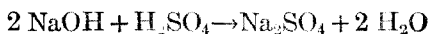
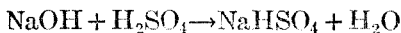
因爲他的沸點高,所以可以製備氯化氫和硝酸:



(c) 稀硫酸的性質：和濃硫酸不同，不能吸水，所以不是乾燥劑，也不是氧化劑。和鋅，鐵，鋁，鎂等金屬反應而生氫氣和硫酸鹽：



和鹽基中和而生硫酸鹽。



(3) 功用。硫酸的功用甚大。

(a) 工業上和實驗室中的乾燥劑。

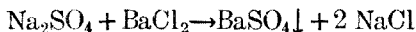
(b) 造染料和炸藥的原料。

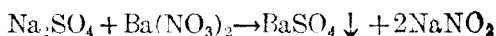
(c) 製鹽酸硝酸等。

(d) 製蓄電池和電鍍。

(e) 造肥料。

(4) 硫酸鹽的檢驗：加硝酸鋇或氯化鋇於硫酸鹽溶液中，就生硫酸鋇。硫酸鋇幾不溶於水，所以有白色的沉澱。





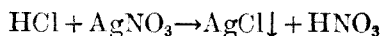
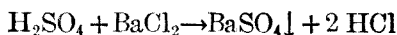
問(一): 試述鑑別硫酸之簡便方法。

(河北,二十二年)

答: 加硝酸鉍或氯化鉍溶液,若產生白色沈澱的硫酸鉍,就知是硫酸無疑。

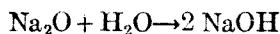
問(二): 試述酸類之特性.設有稀硫酸及稀鹽酸各一瓶,問如何鑑別之? (閩)

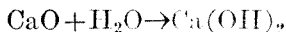
答: 酸類的特性: (1) 有酸味, (2) 能使藍石蕊紙變紅, (3) 有可和金屬替代的氫原子, (4) 能和鹽基中和而生鹽. 若有稀硫酸稀鹽酸各一瓶, 可以用氯化鉍試驗硫酸, 用硝酸銀試驗鹽酸, 各有白色沈澱產生者就是. 他們的化學反應如下:



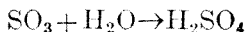
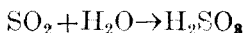
問(三): 金屬氧化物與非金屬氧化物有何差異? 試舉例以說明之. (贛,二十三年)

答: 金屬氧化物和非金屬氧化物不同,前者稱為鹼酐 (basic anhydrides), 因為加水就成鹼類, 後者稱為酸酐 (acid anhydrides), 因為遇水就成酸類. 金屬氧化物如氧化鈉, 氧化鈣等, 加水就成氫氧化鈉和氫氧化鈣:





非金屬氧化物如二氧化硫,和三氧化硫等,和水反應就產生亞硫酸和硫酸:



所以金屬氧化物,又名鹼性氧化物 (basic oxides). 非金屬氧化物又名酸性氧化物 (acid oxides).

問 (四): 凡能與水化合成酸之氧化物,稱曰……

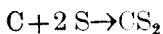
(滇,二十三年,填字)

答: 填「酸酐」二字或酸性氧化物.

### 第五節 二硫化碳

§ 58. 二硫化碳(carbon disulfide  $\text{CS}_2$ ).

(1) 製法: 焦煤(coke)和硫在電爐內加熱,便生  $\text{CS}_2$ :



(2) 性質: 無色液體,比重 1.3,純粹的沒有氣味,通常因含雜質而有特臭,不溶於水,沸點  $46^\circ\text{C}$ . 極易着火,和空氣混合,有爆發的危險.

(3) 功用: 工業上為溶解脂肪等有機化合物的重要溶媒 (solvent).

## 第十章

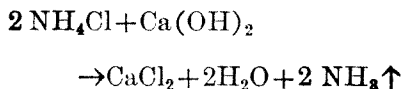
### 氮的化合物

#### 第一節 氨

§ 59. 氨 (ammonia  $\text{NH}_3$ ).

(1) 製法:

(a) 實驗室中用氯化銨(即硃砂)和石灰,加熱:

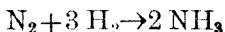


(b) 實驗室中熱氨水,亦可得氨:



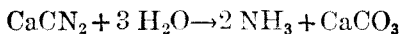
(c) 工業上由製造煤氣時副產的煤氣液也可製  
氨.

(d) 近代工業上有氨的合成法:

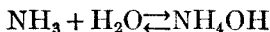


(e) 工業上更有由氰氨化鈣 (calcium cyanamide)

加水蒸氣:



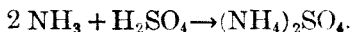
(2) 性質：氨又稱鹵精，是無色而有臭的氣體，比空氣較輕。在常壓下極易液化，極易溶於水，呈鹼性反應，而得氫氧化銨( $\text{NH}_4\text{OH}$ )。



和氯化氫發生濃白煙霧：



所以用氯化氫或玻棒上蘸鹽酸，可以試氨氣。氨遇硫酸就生硫酸銨：



(3) 功用：

- (a) 液化的氨可以造冰，製冷凝器。
- (b) 可製硝酸。
- (c) 硫酸銨是一種有用的肥料。
- (d) 氨水為家庭和工業上洗濯用。
- (e) 硝酸銨( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )可以製炸藥。

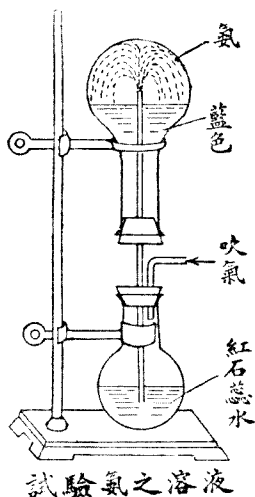
問：在實驗室中如欲證明阿摩尼亞(ammonia)氣體在水中之溶度及鹼基性，則應如何進行一種可同時證明之簡單試驗？ (滬，二十二年，夏)

答：這個試驗和試驗氯化氫在水中的溶度和酸



性同，裝置如圖：

上瓶盛滿氨氣，下瓶置紅石蕊水，二瓶用長玻璃管通之，上管端作尖形，先在旁管吹氣，使少許石蕊水上昇，氨立刻溶解於水，瓶內壓力減小，石蕊水繼續上昇，作噴泉狀，直至石蕊水完全上昇乃罷，同時紅石蕊水因鹽基性而變為藍色。



## 第二節 氮的氧化物

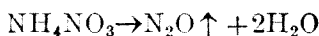
### § 60. 氮的氧化物 (oxides of nitrogen).

氮的氧化物，重要的有三種：

- (1) 一氧化二氮 (nitrous oxide  $N_2O$ ).
- (2) 一氧化氮 (nitric oxide  $NO$ ).
- (3) 二氧化氮 (nitrogen dioxide  $NO_2$ ).

(1) 一氧化二氮  $N_2O$ .

(a) 製法：硝酸銨加熱。



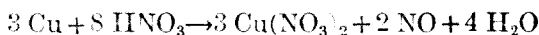
(b) 性質：無色氣體，有麻醉性，能使人笑，所以又

名笑氣 (laughing gas).

(2) 一氧化氮 NO.

(a) 製法: (i) 工業上空氣中的氧和氮通電或在  $300^{\circ}\text{C}$ . 時, 有一小部分化合成一氧化氮:  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$ .

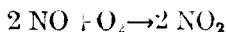
(ii) 實驗室中可以加銅於稀硝酸:



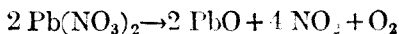
(b) 性質: 無色氣體, 極易和空氣中的氧化合而生紅褐色的二氧化氮:  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$

(3) 二氧化氮  $\text{NO}_2$

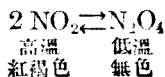
(a) 製法: (i) 一氧化氮在空氣中直接化合:



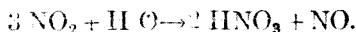
(ii) 硝酸鉛加熱:



(b) 性質: 紅褐色有毒的氣體, 在低溫度時變為四氧化二氮  $\text{N}_2\text{O}_4$ :



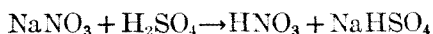
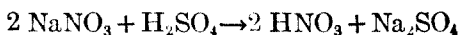
遇水變為硝酸和一氧化氮:



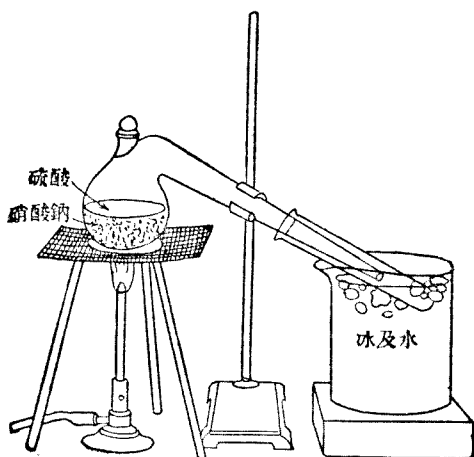
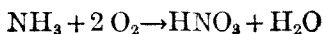
## 第三節 硝酸

§ 61. 硝酸 (nitric acid  $\text{HNO}_3$ ).

(1) 製法:

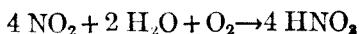
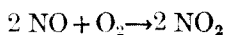
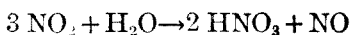
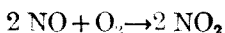
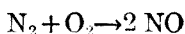
(a) 實驗室中, 加濃硫酸於智利硝石而蒸餾之:(b) 工業上, 濃硫酸和智利硝石在低溫和低壓下蒸餾之:

(c) 近代工業上用合成的氨加白金為觸媒而氧化之, 也可得硝酸:



製備硝酸

(d) 工業上又可利用空氣中的氮和氧,由下列反應,直接製成硝酸:



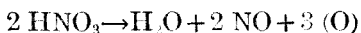
(2) 性質:

(a) 純硝酸是無色液體,沸點 $86^\circ\text{C}$ .比重1.56,溶於水,是強酸中的一種,性很猛烈,能傷皮膚。

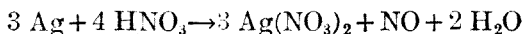
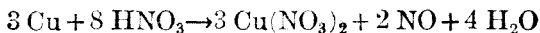
(b) 硝酸加熱,或由日光作用,就分解,而生新生態的氧,所以是強烈的氧化劑:



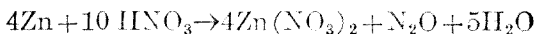
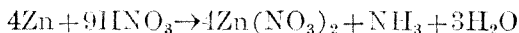
如有還原劑如碳硫等,就生三原子的氧:



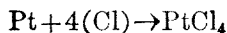
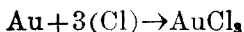
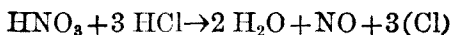
(c) 硝酸和鉑及金不起變化,但和銀,銅,汞等作用,就發生一氧化氮而成硝酸鹽:



(d) 硝酸和鎂,鋅,鐵等起作用,但不能製氫氣:



(e) 王水 (aqua regia). 硝酸一份,和鹽酸三份的混液,稱王水,能溶金和鉑,因硝酸能氧化鹽酸而產生新生態的氯:

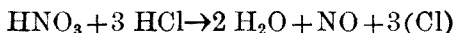


(3) 用途: 硝酸可以製炸藥,染料,人造絲等,是近代工業上重要藥品之一。

(4) 硝酸鹽的檢驗: 加濃硫酸,然後加銅片熱之,產生紅褐色之煙( $\text{NO}_2$ ).

問 (一): 不溶於普通酸之鉑,金等物質,可以溶於王水中,其故安在? (河北,二十二年)

答: 因王水能產生新生態的氯,極為活潑,所以能將鉑,金等物溶解:



問 (二): 以方程式表示黑火藥爆發時之變化。

(浙,二十一年)

答：  $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S} \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2$

問(三)：王水是  $\text{HCl}$  與  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的混合物。

(滇,二十二年,測驗)

答：不是,王水是三份  $\text{HCl}$  和一份  $\text{HNO}_3$  的混合物。

問(四)：試述一法,檢驗下列各化合物：(1)硫酸化合物。(2)硝酸化合物。(3)碳酸化合物。(4)氯化物。

(蘇,一屆)

答：檢驗各化合物的方法如下：

(1) 硫酸化合物：加硝酸鋇或氯化鋇溶液於被試的溶液中,如有白色沈澱,就知是硫酸化合物。

(2) 硝酸化合物：先加濃硫酸,再加銅片熱之,如有紅褐色煙霧,就是硝酸化合物。

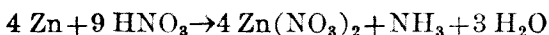
(3) 碳酸化合物：加稀鹽酸或硫酸,如有氣發出,而這氣能使澄清的石灰水變為乳白色的,就是碳酸化合物。

(4) 氯化物：祇須加硝酸銀溶液,如有白色沈澱,就可以證明是氯化物。

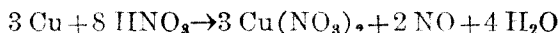
問(五)：試述硝酸對於金屬之作用。 (蘇,二屆)

答：硝酸對鎂,鋅,鐵等起反應,但不能製氫氣,氫

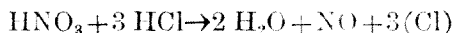
也產生的,但立刻被硝酸氧化,有時產生氮:



硝酸能和銅,銀,汞等起作用而產生一氧化氮和硝酸鹽:



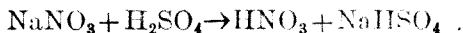
又硝酸不能使鉑,金溶解,但若和鹽酸混合成王水後,就能溶解,那是因產生新生態的氯所致:



問 (六): 試述實驗室中製硝酸之方法.

(浙,二十二年)

答: 實驗室中製硝酸的方法,是加濃硫酸於智利硝石而蒸餾之.

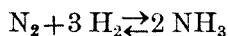


#### 第四節 空中氮氣取留法

§ 62. 空中氮氣取留法 (fixation of nitrogen).

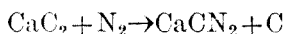
(1) 氮的合成.

(a) 直接由元素合成: 哈伯法 (Haber process), 將氮和氫的混合物, 在  $500^\circ \text{C}$ . 和 200 氣壓時, 用鐵粉等作觸媒, 可得數成的氮 (是一個可逆反應).

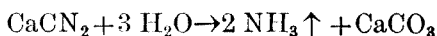


**克老特法** (Claude process). 將上法改用 1000 氣壓, 可增加至 40% 的氨.

(b) **氰氨化鈣法** (cyanamide process): 將二碳化鈣熱至  $1000^\circ\text{C}$ ., 通以氮氣, 就得氰氨化鈣( $\text{CaCN}_2$ ):

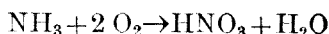


氰氨化鈣再通以水蒸氣, 便發生氨:

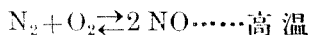


## (2) 硝酸的合成.

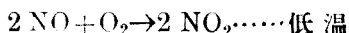
(a) **氧化合成的氨**: 將上法合成的氨和空氣, 用鉑為觸媒, 混合而微熱之, 便得硝酸:



(b) **直接使空氣中的氮氧化合**: 氮氧的混合氣體在  $3000^\circ\text{C}$ . 時可化合而得 5% 的一氧化氮:

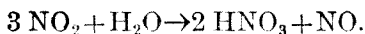


但這是可逆反應, 溫度再高, 就要分解, 所以必須急速的冷下至普通溫度, 使一氧化氮再和氧化合而生二氧化氮:

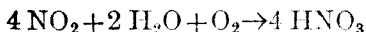
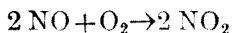


二氧化氮遇水便成硝酸:



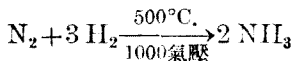


所生的一氧化氮,再和空氣及水,可以完全變為硝酸:

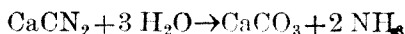


問 (一): 工業上製造硝酸之方法若何? (漢口)

答: 近代工業上有二種方法,可以製氨:一種是直接由元素合成.



一種是氰氨化鈣法:



(參考本節中氨的合成 (a) 及 (b))

問 (二): 試述二種不同的方法,利用空氣中氮以製備氨. (蘇,一屆,補)

答: 本節中氨的合成 (a), (b) 二法,都可以利用空氣中氮以製備氨

# 第十一章

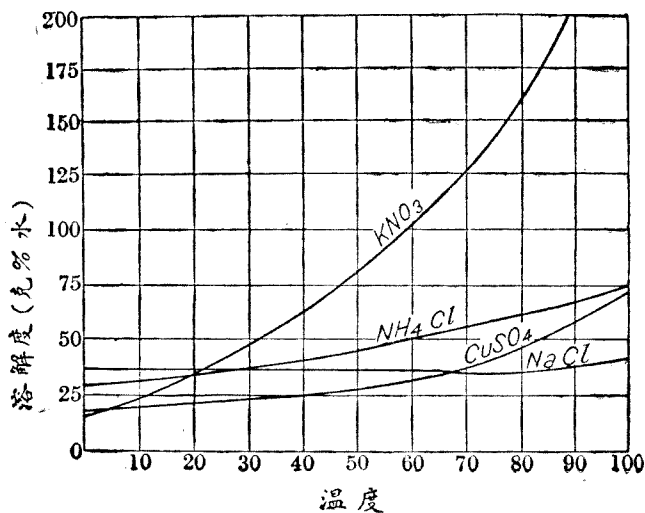
## 溶 液

### § 63. 溶液(solution).

(1) 溶液,溶媒,溶質: 凡一物質能溶於另一物質,而呈均一狀的混合物,這種均一狀的混合物,統稱曰溶體 (solution), 所溶的物稱溶質 (solute), 能溶的物稱溶媒(solvent).以水為溶媒的溶體,稱水溶液(aqueous solution)簡稱曰溶液(solution).

(2) 飽和溶液,不飽和溶液,過飽和溶液: 在一定的溫度下,一定量的溶媒,所能溶解溶質的量,有一定的限制.達此限制的溶液稱飽和溶液 (saturated solution). 不到這限制的,稱不飽和溶液 (unsaturated solution). 過這個限制而不穩定的溶液,稱過飽和溶液 (supersaturated solution).過飽和溶液中,若投入一小粒的結晶或稍振蕩之,立刻就見很多的結晶析離出來,所以是不穩定,在飽和溶液中是沒有這種現象的.

(3) 溶解度: 普通以一百克的水,所能溶的某物質的克數,稱某物質的溶解度 (solubility). 各物質的溶解度不同,他和溫度的關係,大都因溫度上昇而溶解度增加,像硝酸鉀,氯化銨等,間有因溫度上昇而溶解度反減少者,像氫氧化鈣,也有和溫度沒有大關係的,像食鹽,在高溫度和低溫時溶解度相差很少,見圖。



溫度對於溶解度的影響

(4) 結晶,結晶水: 將溶液中的溶媒徐徐蒸去少許,成濃溶液,然後冷之,或在高溫時製成濃溶液,靜置冷之,都可使溶液中的溶質結晶而出,這個方法,叫

做結晶法 (crystallization). 結晶時往往含一定分子的水, 叫結晶水 (water of crystallization). 像藍色的硫酸銅 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), 碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 等, 這種含水的水結晶, 稱水化物 (hydrate). 水化物可以將水除去, 如熱藍色硫酸銅, 就得無色無水的硫酸銅.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ . 去水的化合物, 稱無水物 (anhydrate). 結晶水有時在常溫下能自由向空中離去, 使結晶成爲粉狀物, 這種作用, 就叫風化 (efflorescence). 有時無水物能在空中吸收水分, 致物質變潮, 甚至能溶解於水中, 這種作用叫潮解 (deliquescence), 像氯化鈣, 氯化鎂等.

(5) 溶液的沸點和冰點: 純淨的水在  $0^\circ\text{C}$ . 時結冰,  $100^\circ\text{C}$ . 時沸騰. 但水溶液的沸點就比  $100^\circ\text{C}$ . 高, 冰點比  $0^\circ\text{C}$ . 爲低. 普通若 1000 克的水中溶一克分子量的溶質, 就使冰點降低  $1.86^\circ\text{C}$ ., 沸點升高  $0.52^\circ\text{C}$ .. 由冰點的降低或沸點的升高, 都可以測定化合物的分子量.

(6) 當量溶液 (亦稱規定液): 一升 (liter) 的酸溶液中, 含有一克的可替代的氫原子, 叫酸性當量溶液 (normal acid solution); 若一升的鹽基溶液中, 含 17 克的氫氧根 (OH) (hydroxyl group), 叫鹼性當量溶液 (normal basic solution). 例如一升的鹽酸溶液中, 若含 36.5 克氯

化氫 (HCl) 就是含一克的氫原子, 叫一當量液 (1*N*). 或取 49 克的純硫酸, 溶於一升的溶液中, 便得, 因一克分子 (98) 的硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 中, 含有二個可替代的氫原子. 同樣, 要做一升的氫氧化鈉 (NaOH) 的當量溶液要取 40 克; 一升的氫氧化鈣 (Ca(OH)<sub>2</sub>) 的當量溶液, 祇要含  $\frac{74}{2} = 37$  克.

同濃度的當量液, 祇須取同體的溶液, 便可完全中和, 若濃度不同, 他和體積有下列的關係:

$$NV = N'V'$$

*N*, *V*, 代表一溶液中的當量濃度和體積 (如酸), *N'*, *V'* 代表另一溶液的當量濃度和體積 (如鹽基).

(7) 溶質為氣體的溶液: 氣體溶於液體中, 他的溶解度和溫度壓力有下列的關係:

(a) 溶解度和壓力成正比例 (亨利定律 Henry's law).

(b) 溶解度因溫度上昇而減少

(8) 滲透: 倒置的長頸漏斗管中置砂糖溶液, 管底包羊皮紙, 用作隔膜. 把這管浸在清水中, 不久就見水漸在管中上昇, 到一定的高溫度為止, 而砂糖並不透膜

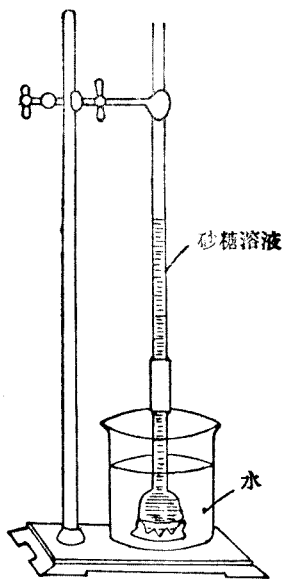
而出。

一物質通過一重隔膜，而移於他方的作用，叫滲透 (osmosis)。這種隔膜僅能使溶媒通過，而溶質不能通過的，叫半透膜 (semipermeable membrane)。溶媒上昇達最高時所呈的壓力，叫滲透壓 (osmotic pressure)。

問 (一)：何謂飽和溶液？何謂溶解度？溶解度與溫度之關係若何？ (皖)

答：飽和溶液是一溶液中，所含的溶質，在一定的溫度下，已達到一定量的限制，而不能溶解更多的溶質。一百克的溶媒（普通指水）中在一定的溫度下，所能溶解溶質的最多克數，叫溶解度。溶解度和溫度有關係。普通溫度愈高，溶解度也愈大，像硝酸鉀，也有和溫度關係極小的，像食鹽，更有溫度增高溶解度反而減小的，像氫氧化鈣。

問 (二)：凡結晶體，是否均含有結晶水？試舉例說



滲透作用

明之。

(蘇, 一屆, 補)

答: 凡結晶體, 不必都含有結晶水, 像食鹽的結晶, NaCl, 並不含有結晶水。

問(三): 溶 8.55 克之砂糖於 100 克之水中, 則此溶液之沸點增高  $0.13^{\circ}\text{C}$ . 求砂糖之分子量. (湘)

答: 凡 1000 克的水中, 含有一克分子量的溶質, 沸點增高  $0.52^{\circ}\text{C}$ . 今 100 克中含 8.55 克, 就是 1000 克中含 85.5 克. 因此可以得一比例如下: 以  $x$  代砂糖的分子量.

$$85.5 : 0.13 = x : 0.52$$

$$x = \frac{85.5 \times 0.52}{0.13} = 342.$$

所以砂糖的分子量是 342.

問(四): 某有機質一克分子量, 溶於 1000 克水中, 其溶液之冰點為  $-1.86^{\circ}\text{C}$ . 今有葡萄糖 10 克溶於 200 克水中, 其溶液之冰點為  $-0.52^{\circ}\text{C}$ . 求葡萄糖之分子量. (浙, 二十二年)

答: 10 克的葡萄糖, 溶於 200 克的水中, 他的濃度和 50 克溶於 1000 克水中一樣, 因此可以得一比例而求葡萄糖的分子量如下:

$$50 : x = 0.52 : 1.86$$

$$x = \frac{50 \times 1.86}{0.52} = 178.845$$

所以葡萄糖的分子量是 178.845

〔按〕葡萄糖的分子量實為 180，這裏求得的答數稍小，因用冰點降低法求分子量，本來不是十分精確的。

問(五)：設欲製 NaOH 之  $\frac{1}{2}$  規定液(normal solution) 2000 c.c.，應用純粹苛性鈉若干克？(氫之原子量為 1.008，鈉為 22.997)。

答：1000 c.c. 的  $\frac{1}{2}$  規定液須含  $\frac{1}{2}$  克分子量的氫氧化鈉(NaOH)，就是  $\frac{1}{2} \times (22.997 + 16 + 1.008) = \frac{1}{2} \times (40.005) = 8.001$  克。今須製 2000 c.c.，即須用二倍上面的克數，就是  $2 \times 8.001 = 16.002$  克。

問(六)：固體及氣體能在水中溶解者，其溶解度與溫度之關係若何？ (浙，二十一年，覆試)

答：固體溶於水中的溶解度，普通溫度愈高，溶解度愈大。有很多的固體，溫度增高溶解度反而變小；也有和溫度關係很小的，氣體在水中的溶解度，溫度愈高，溶解度愈小。

問(七)：試解下列諸名詞：(1)飽和溶液，(2)風化，



(3)潮解,(4)接觸劑.

(蘇,一屆,補)

答: (1)飽和溶液是溶液中所含的溶質,在一定的溫度下,已達一定的限制,而不能再增加.(2)風化,是結晶體中的結晶水,在空氣中自由離散,致將結晶破壞而成粉狀物的一種作用.(3)潮解是無水化合物在空氣中吸收水分,致自身變潮或竟溶於水中的一種作用.(4)接觸劑是一種物質能改變他物質反應的速度而自身並不起變化.

## 第十二章

### 電化學

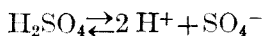
#### 第一節 電離

##### § 64. 電離.

(1) 何謂電離? 酸,鹽基及鹽類溶於水,能使溶液導電,這類物質,稱為電解質 (electrolyte). 電解質在水中分為帶陽電,帶陰電的原子或原子團,這種帶電的原子或原子團,稱為離子 (ion),亦稱游子.帶陽電的稱陽離子或正離子 (+) (cation),帶陰電的稱為陰離子或負離子 (-) (anion),這個學說稱為離子說 (ionic theory). 陽離子失去電子 (electrons), 所以荷正電,陰離子取得電子,所以荷負電,電解質分為離子的現象,稱為電離 (electrolytic dissociation). 有機物,如酒精,蔗糖等,溶於水中而不能導電,這種物質,稱為非電解質 (non-electrolyte).

(2) 電離反應及電離度: 電解質的分離為陰陽兩種離子,也是一種可逆反應,成平衡狀態,所以可以把

方程式 (ionic equation) 來表明:



(+ - 號代表正負離子外,更代表原子價或根價)

普通的離子和價參觀下表:

普通離子價表

陽 離 子			陰 離 子		
一 價	二 價	三 價	一 價	二 價	三 價
H <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Al <sup>+++</sup>	OH <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
Na <sup>+</sup>	Ba <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	
K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>		Br <sup>-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	
Ag <sup>+</sup>	Cu <sup>++</sup>		I <sup>-</sup>	S <sup>--</sup>	
	Zn <sup>++</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		
	Pb <sup>++</sup>		OCl <sup>-</sup>		

電解質不一定全部電離,他離解的分子數,對於溶質的總分子數之比,稱為電離度(degree of ionization).

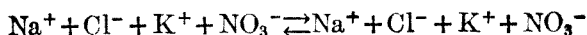
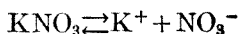
(3) 離子的性質: 離子的性質和同物質的分子及原子的性質完全不同所以電解質溶液所具的性質,往往須看所成離子的性質而定.

## 第二節 電離說的應用

### § 65. 電離說的應用.

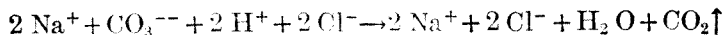
(1) 酸和鹽基的說明：酸溶於水中就生  $H^+$ ，凡酸所具的特性，都是  $H^+$  的特性；鹽基溶於水，就生  $OH^-$ ，鹽基所具的特性，都是  $OH^-$  的特性，而酸和鹽基的強弱，須看在溶液中電離度的大小而定，電離度大的，所成的  $H^+$  和  $OH^-$  的數目也大，就是強酸及強鹽基；電離度小的，所成  $H^+$  和  $OH^-$  也小，就是弱酸和弱鹽基。

(2) 溶液中的化學反應：電解質在溶液中的化學反應，大都是離子間的反應，若所產生的物質，也是電解質，並且電離度是很大的，就成平衡狀態，而反應不能完全，如：

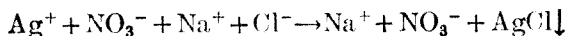


要使溶液中的反應，不成平衡狀態而達於完全，必須有下列三條件之一：

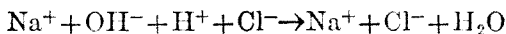
(a) 產生物之一是氣體。如



(b) 產生物之一是沈澱物。如

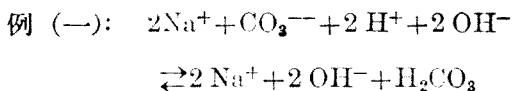


(c) 產生物之一的電離度是極小的。如中和作用。

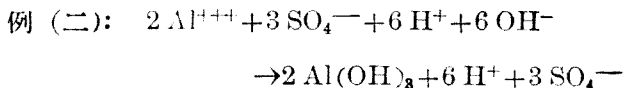


(水( $\text{H}_2\text{O}$ )的電離度極小  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ )

(3) 水解: 凡鹽類因水而分解, 而呈酸性或鹼性的作用, 稱為水解(hydrolysis).



因  $\text{H}^+$  和  $\text{CO}_3^{--}$  結合而成弱酸 ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), 水中有過剩的  $\text{OH}^-$ , 所以碳酸鈉在水中呈鹼性.



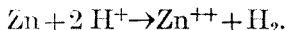
這個溶液就呈酸性, 因有過剩的  $\text{H}^+$ , 而  $\text{Al}^{+++}$  和  $\text{OH}^-$  結合而成離解較難的  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

水解是下列各鹽在水中的現象:

- (a) 強酸和弱鹽基所成的鹽…呈酸性.
- (b) 強鹽基和弱酸所成的鹽…呈鹼性.
- (c) 弱酸和弱鹽基所成的鹽, 也能起水解, 不過呈中性反應.

(4) 離子反應式(ionic equation): 溶液中的反應, 非常迅速, 因為發現於幾個離子及原子中間, 所以寫反應呈時, 有時祇須將有關係的幾個離子及原子寫出

來便可以了,如金屬替代酸中的氫,可以寫作:



(5) 電離和電解的不同: 電離是電解質在水溶液中分離而成陰陽二種離子,因離子的移動而能使溶液成導電體,電解是一種能電離的化合物,通電後被電分解為各成分,成遊離狀態,而從溶液中析出,換句話說,就是以電離的陰陽二種離子,被電流所吸引,各移向相反的電極,陰離子卸去電子而自由遊離,陽離子吸取電子,也自由析出,因此這個化合物就被分解開來,所以稱電解.

問(一): 有幾種方法,可使溶液中化學反應不致發生平衡現象而得完成?試舉例說明之. (桂,一屆)

問(二): 溶液中反應完全之條件有幾?試舉例說明之. (蘇,一屆)

答: 以上兩項均可參考本節(2)中的(a), (b), (c).

問(三): 何謂水解作用?試舉例說明之.

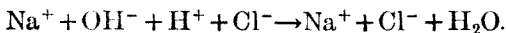
(蘇,一屆,補)

答: 參考本節中的(3).

問(四): 試由電離說,釋酸與鹽基之強弱及中和之意義 (蘇,一屆)

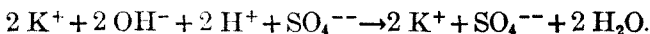
答：酸和鹽基的強弱，全視在溶液中電離度的大小而定。強酸和強鹽基在水中幾完全電離，因之所含的  $H^+$  和  $OH^-$  的數目亦大。弱酸和弱鹽基的電離度很小，所以所含的  $H^+$  和  $OH^-$  的數目也小。換一句話說，就是同濃度的酸所含  $H^+$  的數目大的是強酸，小的是弱酸。同濃度的鹽基，所含的  $OH^-$  的數目大的是強鹽基，小的是弱鹽基。

中和作用以電離說解釋之，不過是酸中的  $H^+$  和鹽基中的  $OH^-$  相合而成電離度很小的水  $H_2O$ 。



問(五)：用游子反應式 (ionic equation) 解說中和現象，並舉例說明之。 (滬，二十二年)

答：中和作用所產生的物，總是鹽和水，鹽往往在水中又復電離，所以反應時不過是酸的  $H^+$ ，和鹽基中的  $OH^-$  相合而成水 ( $H_2O$ )，所以用游子反應式，可以解說下面中和的例：

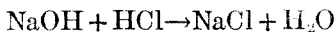


問(六)：何謂中和？試舉例說明之，依電離說說明

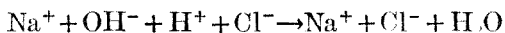
其反應能完成之理。

(湘)

答：中和是鹽基和酸所起的化學反應，同時各自消失他自己原有的性質，而產生鹽和水，列如：



依電離說，可以寫作下式：



中和反應所以能完成之理，因為  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  反應而成的  $\text{H}_2\text{O}$ ，是幾乎不電離的，因此溶液中的  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  不絕的減少，所以這個反應，就向方程式的右方移動，以至完全為止。

問(七)：中和，加水分解之義意為何？有何區別？

(河北，二十二年)

答：中和是鹽基和酸反應而生鹽及水的作用，加水分解是水和鹽反應而呈酸性或鹼性的作用，兩種作用，在原則上是相反的。這是他們的區別。

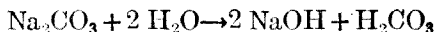
問(八)：何謂加水分解 (hydrolysis) 及中和作用 (neutralization)？試分別舉例以說明之。

(北平)

答：加水分解及中和作用的義意，已如前題所答。加水分解最好的例子，是碳酸鈉和水，呈鹼性，因為  $\text{NaOH}$  是強鹽基， $\text{H}_2\text{CO}_3$  為弱酸，而碳酸鈉，就是  $\text{NaOH}$

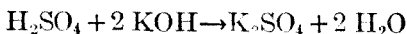


及  $\text{H}_2\text{CO}_3$  所成的鹽。



若所取的鹽是強酸和弱鹽基所成的，加水分解後，就現酸性。

中和作用的例子，如硫酸和氫氧化鉀反應而生硫酸鉀和水：



問(九)：碳酸鈉之水溶液呈鹼性反應，何故？

(浙，二十一年，覆)

答：這是水解的作用，而碳酸鈉是強鹽基 ( $\text{NaOH}$ ) 及弱酸 ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) 所成的鹽，所以呈鹼性反應。

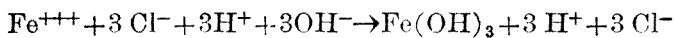
問(十)：酸與鹽基之特性若何？正鹽，酸式鹽，鹽基式鹽，及能加水分解之鹽，如何構成？ (桂，二屆)

答：酸的特性是 (a) 有酸味，(b) 能使藍石蕊試液變紅，(c) 有可和金屬替代的氫原子，(d) 能和鹽基中和而生鹽。鹽基的特性是 (a) 有澀味，(b) 能使紅石蕊試液變藍，(c) 是金屬和氫氧根 ( $\text{OH}$ ) 的化合物，(d) 和酸中和而生鹽。酸的氫原子完全為金屬取代的鹽為正鹽，一部分取代的稱酸性鹽，鹽基的氫氧根不完全為酸根取代時所生的鹽，為鹽基性鹽。凡能加水分解的鹽，必

是下列數種：(a)強鹽基和弱酸所成的鹽，(b)強酸和弱鹽基所成的鹽，(c)弱酸和弱鹽基所成的鹽。

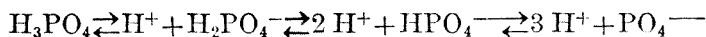
問(十一)：碳酸鈉溶液何以呈鹼性反應？三氯化鐵溶液何以呈酸性反應？試解釋之。(蘇，二屆)

答：這都是因為起水解作用的原故。碳酸鈉是強鹽基(NaOH)和弱酸( $H_2CO_3$ )所成的鹽，所以水解後呈鹼性。三氯化鐵是強酸(HCl)和弱鹽基( $Fe(OH)_3$ )所成的鹽，所以呈酸性反應。下二式可以表明之：

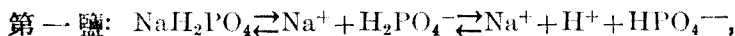


問(十二)：三種磷酸鈉( $NaH_2PO_4$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $Na_3PO_4$ )皆溶於水，但其水溶液一呈酸性，一呈弱鹼性，一呈強鹼性，其理安在？(皖)

答：這三種磷酸鈉，都是強鹽基(NaOH)和弱酸 $H_3PO_4$ 所成的鹽，而 $H_3PO_4$ 是三鹽基性酸，他能分三段電離：

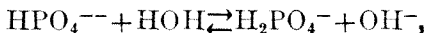


電離的程度，愈右愈少。現在三種磷酸鈉，一呈酸性，一呈弱鹼性，一呈強鹼性，他的理由如下：



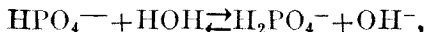
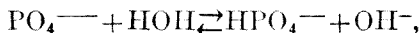
因有  $H^+$  所以呈酸性.

第二鹽:  $Na_2HPO_4 \rightleftharpoons 2Na^+ + HPO_4^{--} \rightleftharpoons 2Na^+ + H^+ + PO_4^{---}$ ,  
雖也有  $H^+$ , 但這是弱酸, 因為  $Na^+$  的數目大了, 所以  
 $HPO_4^{--}$  再水解:



因生  $OH^-$ , 所以呈弱鹼性.

第三鹽:  $Na_3PO_4 \rightleftharpoons 3Na^+ + PO_4^{---}$ ,



因有  $OH^-$ , 所以呈強鹼性.

問 (十三): 酸的強弱是依濃度而定的, 與酸的種類無關. (滇, 二十三年, 測驗)

答: 不是, 濃度相同的酸的強弱, 完全和酸的種類有關係.

問 (十四):  $KOH$  溶解於水後便電離為  $KO + H$ .

(滇, 二十二年, 測驗)

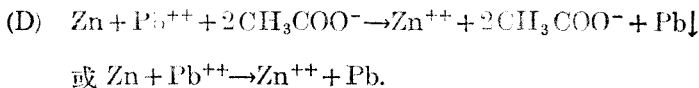
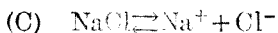
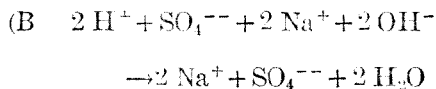
答: 不是,  $KOH$  溶解於水後, 電離為  $K^+$  和  $OH^-$ :



問 (十五): 下列之化學反應, 試各以離子(或作游子 ion)方程式表之. (閩)

- (A) 加食鹽溶液於硝酸銀溶液時。  
 (B) 加硫酸於氫氧化鈉溶液時。  
 (C) 溶食鹽於蒸餾水時。  
 (D) 加鋅片於醋酸鉛之溶液時。

答：

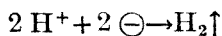
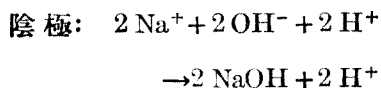
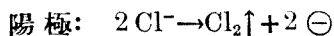


問(十六)：試用電離之理論，以說明食鹽溶液之電解。 (蘇，二屆)

答：食鹽溶液在水中，本已電離為  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$



電解的時候，陰離子 ( $\text{Cl}^-$ ) 負着電子，移向陽極，卸去電子，變成中性，就遊離而生氯 ( $\text{Cl}_2$ )；陽離子 ( $\text{Na}^+$ ) 缺少電子，移向陰極，收取電子，就成金屬的鈉 ( $\text{Na}$ )。至於鈉和水起反應又是在陰極所起的副作用，結果氫 ( $\text{H}_2$ ) 就在陰極遊離出來。



〔註〕  $\ominus$  代表一單位的電，  
就是一個電子 (electron)。

問(十七): 加稀硫酸於水，  
而使之電離 (dissociation)，其變  
化若何？試詳言之。

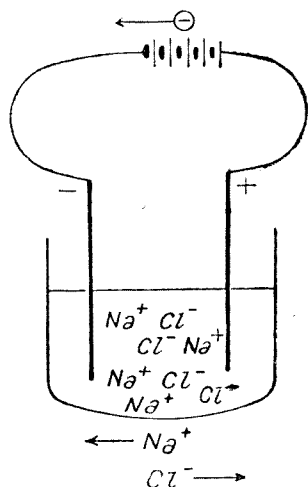
(浙，二十一年)

〔按〕 本題「電離」二字當改爲「電解」，就有意思，否則稀硫酸本身已就電離，加水後亦不過使電離度變大，而使硫酸格外電離而已，還有什麼別的意思？

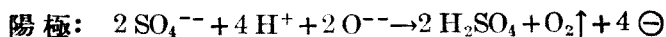
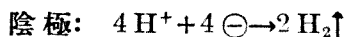
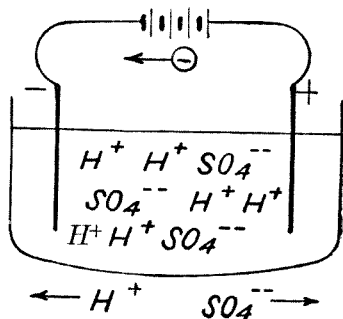
下面答案，就是照改爲電解 (electrolysis) 二字後的解答。

答：稀硫酸在水內，就電離而成  $2 \text{H}^+$  和  $\text{SO}_4^{--}$ ，通電流後， $2 \text{H}^+$  移向陰極，收取電子，便成中性的 (H)，由兩個 (H) 結合成  $\text{H}_2$  而自由遊離。

$\text{SO}_4^{--}$  向陽極移動，放出電子，本可成爲中性的  $\text{SO}_4$ 。但單是  $\text{SO}_4$  是不能自由遊離的，所以便和水中的  $\text{H}_2$



結合而再成  $H_2SO_4$ . 因此水中的氧便在陽極分離出來, 結果, 硫酸沒有變化, 水却被電解為  $H_2$  和  $O_2$ , 所以電解稀硫酸溶液, 便等於水的電解.



問(十八): 何謂電離學說? 試舉其主要點.

(浙, 二十二年)

答: 電離學說, 他的主要點如下:

- (1) 物質溶於水而使溶液導電的, 稱為電解質.
- (2) 電解質在水中, 分離成陰陽兩種離子.
- (3) 陽離子失去電子, 所以荷陽電. 陰離子取得電子, 所以荷陰電.
- (4) 電解質分為離子的現象, 稱為電離.

## 第十三章

### 元素的週期律原子的結構及元素的放射性

#### 第一節 週期律及週期表

##### § 66. 週期律(periodic law).

(1) 舊週期律 (old periodic law): “元素的性質是原子量的週期函數”, 這就是舊週期律, 是 1869 年俄國化學家門得雷夫(Mendelejeff)所發明.

就是元素若依原子量的順序排列, 經一定的間隔, 便有性質相似的元素出現.

優點: 可以預料未發見的元素之性質和原子量.

缺點: 不能完全沒有例外, 如鉀(原子量 39.1)與氫(原子量 39.9)的次序顛倒.

(2) 原子序: 英人莫斯雷 (Moseley) 根據 X 光譜

(X-ray spectra) 將元素排列成序,從氫起依次各給一數目,稱曰原子序 (atomic number). 新週期律,便由此改進.

(3) 新週期律 (new periodic law): “元素的性質是原子序的週期函數”. 這是新週期律,舊週期律的缺點,完全除去,沒有次序顛倒的弊病.

### § 67. 週期表(periodic table):

根據週期說,依原子序,橫列元素,到類似的元素再現時,放在前元素的下面,如此所得的表,稱週期表(見第128頁)

#### 週期表的說明

(a) 全表元素共分九屬 (0至VIII) 七週期,除0屬及第VIII屬外,每屬又各分兩族.

(b) 同屬或同族的元素性質相似,原子價相等.

(c) 表的左端,第I屬是最活潑的金屬,如鈉鉀等. 在溶液中成陽離子.右端第VII屬是最活潑的非金屬(如氟氯溴碘),在溶液中成陰離子.中間幾屬的性質,自金屬性漸變為非金屬性. 0屬是稀有氣體,最不活潑.



週期表(附原子序,原子價及原子量)

週期	屬	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
1			1 H (1) 1.008 氧										
2		2 He(0) 4.00 氧	3 Li (1) 6.94 鋰	4 Be(2) 9.02 10.82 鈹	5 B (3) 10.82 硼	6 C(4) 12.00 碳	7 N (5) 14.008 氮	8 O (6) 16.00 氧	9 F (7) 19.00 氟				
3		10 Ne(0) 20.2 氖	11 Na (1) 22.99 鈉	12 Mg(2) 24.32 26.97 鎂	13 Al(3) 27.0 鋁	14 Si(4) 28.09 矽	15 P(5) 31.0 磷	16 S (6) 32.06 硫	17 Cl (7) 35.457 氯				
4		18 A (0) 39.91 氬	19 K (1) 39.09 鉀	20 Ca(2) 40.07 鈣	21 Sc 45.10 鈾	22 Ti 47.90 鈦	23 V 50.96 鈦	24 Cr 52.01 鉻	25 Mn 54.93 錳	26 Fe 55.8 鐵	27 Co 58.91 鈷	28 Ni 58.71 鎳	
			29 Cu 63.57 銅	30 Zn 65.38 鋅	31 Ga 69.72 鎵	32 Ge 72.60 矽	33 As 74.96 砷	34 Se 79.2 碲	35 Br 79.916 溴				
5		36 Kr(0) 82.9 氬	37 Rb (1) 85.44 鉀	38 Sr(2) 87.63 銣	39 Yt 88.92 鈾	40 Zr 91. 鈪	41 Nb 93.1 鈮	42 Mo 95.9 鉬	43 Ma 101.7 錳	44 Ru 101.1 鈷	45 Rh 102.9 鈷	46 Pd 106.4 鈷	
			47 Ag 107.88 銀	48 Cd 112.41 鎘	49 In 114.8 銦	50 Sn 118.70 錫	51 Sb 121.75 銻	52 Te 127.6 碲	53 I 126.932 碘				
6		54 Xe(0) 130.2 氙	55 Cs (1) 132.81 銫	56 Ba(2) 137.37 鋇	57-71 釷族 稀土族	72 Hf 180.8 鈪	73 Ta 181.5 鉭	74 W 186.31 鎢	75 Re 186.2 鉑	76 Os 190.8 銱	77 Ir 193.1 銲	78 Pt 195.2 鉑	
			79 Au 197.2 金	80 Hg 200.61 汞	81 Tl 204.39 鉍	82 Pb 207.2 鉛	83 Bi 209 鉍	84 Po 210. 鉍	85 At 210. 鉍				
7		86 Rn(0) 222 氡	87-88 銣族 225. 銣	89 Ac 227 銣	90 Th 232.15 釷	91 Pa 231 釷	92 U 238.03 鈾	93 釷	94 釷	95 釷	96 釷	97 釷	98 釷

說明：表中粗體字表原子序,元素符號下數字表原子量。  
括弧中數字表價電子(valence electrons)。

## 第二節 原子的結構

### § 68. 原子的結構 (atomic structure).

(a) 原子由荷陽電的核 (nucleus) 和繞周圍軌道而運行的電子 (electrons) 所構成。

(b) 原子的質量集中於核,而核又由陽電子或質子 (protons) 和少數的電子所造成。

(c) 原子核內的陽電荷,是質子電荷的和減去電子電荷的和,他的數目剛和核外電子的總陰電荷相等,所以原子本身是中性的。

(d) 原子序的數目,和核內過剩的質子數 (excess protons) 或核外的電子數相等。

(e) 電子依軌道運行,軌道有七種,正和週期表的七週期相符合。

(f) 最內層的軌道,最多祇能容二電子,最外層軌道最多祇能容八電子,中層軌道所能容最多的電子數,也和週期中元素的數有關。

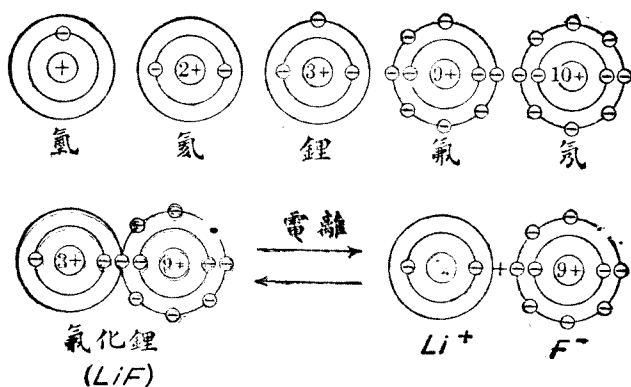
(g) 最外層的電子數和元素的原子價有關,所以稱價電子 (valence electrons)。

(h) 凡價電子滿八個,為最穩固的組織,像稀有氣

體(氦祇有二個電子), 元素間的化合作用, 完全是原子間價電子的配合, 使滿八個成一組織, 稱一個 octet.

(i) 價電子不滿四個的, 能失去價電子而成陽離子, 大於四個的, 能取得價電子, 使滿 1 octet 而成陰離子.

(j) 金屬的原子價, 便是陽離子所失去的價電子數, 非金屬的原子價, 便是所取得的價電子的數目, 參看下圖:



### 第三節 元素的放射性

#### § 69. 元素的放射性.

(1) 放射線. 週期表中第七週期的元素, 都有一

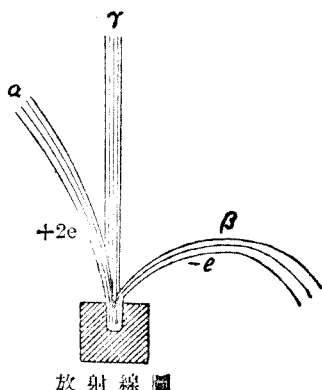
種類似 X 線的放射線，能使乾板感光而呈照相作用，並能使附近的空氣電離，這種性質，稱為**放射性** (radioactivity)。居禮夫人 (Mme. Curie) 因放射線而發見鐳 (radium)。

(2) 放射線的種類。放射線有三種：

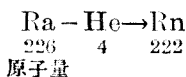
(a)  $\alpha$  線 ( $\alpha$ -ray) 是氦原子，有二個陽電荷和四倍於氫原子的質量。

(b)  $\beta$  線 ( $\beta$ -ray) 就是電子，有一陰電荷，占氫原子  $\frac{1}{1850}$  的質量。

(c)  $\gamma$  線 ( $\gamma$ -ray) 和 X 線相類，無電荷。



(3) 原子的蛻變說。像鐳放氦 ( $\alpha$  線) 而生氮：



由一種原子放射而變為他種原子的現象，稱為**原子的蛻變** (disintegration)。

(4) 同位素。因原子的蛻變而生產同位素 (isotopes)。是原子量不同而性質相同在週期表中應占同一位

置的元素。

同位素不限於放射性元素，他種元素發見同位素的很多，下表舉例：

元 素	原 子 量	同 位 素
H	1.008	1, 2
Li	6.94	7, 6
B	10.8	11, 10
Ne	20.183	20, 22
Cl	35.457	35, 37
K	39.10	39, 41

問 (一)：週期表中所排定的各族元素，其原子價與其排列之次第，有重要的關係，試說明其理。

(桂，一屆)

答：凡同族元素的化學性質都相似，而化學性質，又和原子價相關，因此同族元素的原子價，也必相似，所以週期表中所排定的各種元素，他們的原子價和排列的次序，當然有重要的關係。

問 (二)：依週期之排列方法，推想原子量似可無限增加，據最近修正之週期表觀之，已有七個週期，第八，第九週期的元素將來能否發現？並述其理。

(桂，二屆)

答：第七週期的元素，原子量很大，原子結構很複

雜，故皆不穩定而易於蛻變。那末，較第七週期的元素原子量更大，原子結構更複雜的元素，其易崩潰而不易存在，可以想見。在現今週期表中最後一元素鈾以上，有無元素存在，固不能斷定；但由上述理由觀之，原子量不能無限增加，而元素不能無限增多，則可以斷言，第八，第九週期的元素，其存在既屬疑問，則其發見當然也是不可必的了。

問 (三)：週期表是依各元素的原子價的大小順序排列的。(滇，二十年，測驗)

答：不是的，理由參看本章所述。

問 (四)：試述原子構造之概況。

答：參觀本章 § 68。

問 (五)：試解釋下列諸名詞：1. 根價，2. 當量，3. 電離度，4. 放射性。(漢口)

答：(1) 凡一根和氫化合時所得氫原子的數，稱這個根的價，像硫酸根( $\text{SO}_4$ )的價是 2，氫氧根(OH)的價是 1。

(2) 當量是能和一原子量的氫化合，或能代一原子量的氫而和他元素化合的元素的量，像一原子量的氧能和二個氫原子化合，他的當量就是 8。

(3) 電離度是電解質電離的時候，他離解的分子

數,對於溶質的總分子數之比。

(4) 像鐳的性質,有一種類似 X 光的線放射而出,能使乾板感光而呈照相作用,並能使附近的空氣電離。這種性質就是放射性。

問(六): 試說下列各名詞之意義: (川)

(a) 同素體(allotropic form).

(b) 固溶體(solid solution).

(c) 同位素(isotope).

(d) 原子序(atomic number).

答:(a) 同一元素所成性質不同的異體,稱同素體,像氧和臭氧,金剛石和石墨等。

(b) 固體中溶解他種固體所成的溶體,稱固溶體。像玻璃是矽酐和矽酸鹽的固溶體。

(c) 同位素是原子量不同,而性質相同,在週期表中,應占同一地位的元素,像最近發現的二原子量的重氫和一原子量的氫,是同位素。

(d) 原子序,是根據 X 光譜將元素排列成序,從氫起依次各給的一個數目,像氫的原子序是 1,氦 2, 鋰 3 等,依此類推。

## 第十四章

### 鹵族元素

§ 70. 鹵族元素 (halogens).

氟(F), 氯(Cl), 溴(Br), 碘(I) 稱為鹵族元素。

元素	序	原子量	價	沸點	形態	比重	顏色	性質
氟 F	9	19.00	I, III	-187° C.	氣體	1.11(液)	淡黃	最活潑
氯 Cl	17	35.457	I, III, IV, V, VII	-33.6° C.	氣體	1.557(液)	黃綠	活潑
溴 Br	35	79.916	I, III, V, VII	58.78° C.	液體	3.119	紅褐	次活潑
碘 I	53	126.92	I, III, V, VII	184.4° C.	固體	4.93	紫黑	不甚活潑

都是能變價的元素,富有反應力,成陰離子,有顯著的顏色,並且都是非金屬。除氯已於前章討論外,再補論氟,溴,碘,三元素。

#### 第一節 氟

§ 71. 氟 (fluorine  $F_2$ ).

(1) 製法. 天然存於螢石( $CaF_2$ )中,但經電解  $KF$  於  $H_2F_2$  溶液中,才能使之遊離。

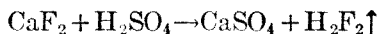
(2) 性質: 有毒,是最活潑的元素,在常溫下能和



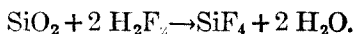
許多元素劇烈化合。

§ 72. 氟化氫 (hydrogen fluoride  $\text{H}_2\text{F}_2$ ).

(1) 製法：加硫酸於螢石：



(2) 性質及用途：有臭氣體，沸點  $19^\circ$ ，易溶於水，呈酸性反應，能侵蝕玻璃及石英 ( $\text{SiO}_2$ )：



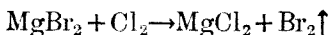
氟化氫可用以刻玻璃器。

## 第二節 溴

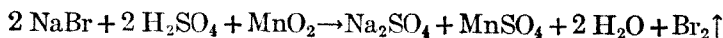
§ 73. 溴 (bromine,  $\text{Br}_2$ ).

(1) 製法：

(a) 通氯氣於溴化鎂溶液：



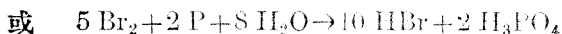
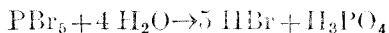
(b) 加硫酸於溴化鈉及二氧化錳的混合物而蒸餾之：



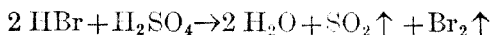
(2) 性質：有毒及惡臭，能溶於水，溴水為氧化劑，親和力不及氯，但亦能和許多元素起化學作用。

§ 74. 溴化氫 (hydrogen bromide  $\text{HBr}$ )

(1) 製法: 和製氯化氫法不同,紅磷和溴先生五溴化磷( $\text{PBr}_5$ ),再加水而蒸餾之:



(2) 性質: 無色氣體,易溶於水,而成氫溴酸,遇濃硫酸,被氧化而生溴,所以是還原劑:

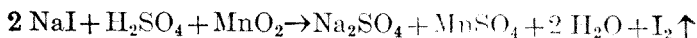
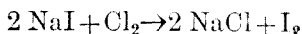


(3) 溴化物(bromides): 氫溴酸和鹽基中和而成溴化物,溴化銀是淡黃色難溶於水的固體,用以製乾片.

### 第三節 碘

#### § 75. 碘(iodine $\text{I}_2$ ).

(1) 製法: 和製溴法同:



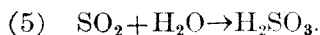
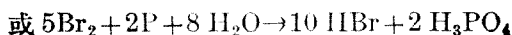
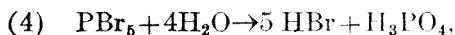
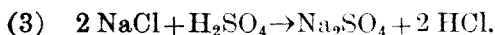
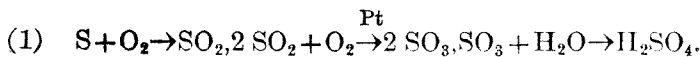
(2) 性質: 熱之能直接昇華(sublimation),溶於酒精稱碘酒(或碘酊)(tincture of iodine),可作藥用,碘是鹵族元素中最不活潑的一個,遇少量澱粉,便呈顯著的藍色,可作碘的檢查法.

#### § 76. 碘化氫(hydrogen iodide $\text{HI}$ ).

製法和性質,和溴化氫相同,但氫碘酸的還原性比氫溴酸爲強,碘化銀是黃色固體,不溶於水。

問(一): 以化學方程式表明下列各酸之製備法(每酸一種): (1) 硫酸. (2) 硝酸. (3) 鹽酸. (4) 溴氫酸. (5) 亞硫酸. (蘇,一屆)

答:



問(二): 試以最簡之方法,識別: (北平)

(1) 氫(hydrogen)與氧(oxygen).

(2) 二氧化碳(carbon dioxide)與氮(nitrogen).

(3) 氯化物(chloride)與碘化物(iodide).

(4) 硫酸鹽(sulfate)與硝酸鹽(nitrate).

答:

(1) 以燭火入氫,先聞爆聲,後見在瓶口自燃,以剛滅未熄的燭,插入氧氣,能再燃着。

(2) 二氧化碳和氮,都能滅火,但加石灰水於二氧化碳,立刻見有乳白色,氮中就沒有。

(3) 加硝酸銀於氯化物有白色沈澱;加硝酸銀於碘化物,有黃色沈澱.或加氯水於碘化物,再加少量澱粉漿,立現深藍色.

(4) 加硝酸銀於硫酸鹽,有白色沈澱.加濃硫酸於硝酸鹽而熱之,有紅褐色而刺鼻氣體.

問(三): 以方程式表明氟氫酸侵蝕玻璃之變化.

(浙,二十一年,覆試)

答:  $\text{SiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{F}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 \uparrow + 2 \text{H}_2\text{O}$

問(四): 試述下列各物質之用途.

(1) 碘. (2) 二氧化硫. (滇,二十三年)

答: (1) 碘溶於酒精,可以製碘酒,醫藥上用之,近代碘的化合物,醫學上應用很多.

(2) 二氧化硫,可供漂白,製硫酸及消毒殺菌等用.

問(五): 鹵族各元素的單體,如何製備? (桂,一屆)

答: 電解  $\text{KF}$  及  $\text{H}_2\text{F}_2$  的溶液,可得氟;電解食鹽溶液可得氯;加氯水於溴化物可得溴;加氯水於碘化物可得碘.

# 第十五章

## 鹼族元素

### § 77. 鹼族元素(alkali family).

鋰 Li, 鈉 Na, 鉀 K, 銣 Rb, 銫 Cs 五元素, 共稱為鹼族元素。

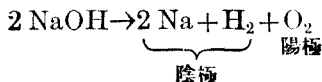
元 素	序	原子量	價	熔 點	沸 點	比重	焰色	性 質
鋰 Li	3	6.940	I	186.0°C.	>1200°C.	0.53	紅	較活潑
鈉 Na	11	22.997	I	97.5°	880.0°	0.97	黃	
鉀 K	19	39.096	I	62.3°	760.0°	0.86	紫	
銣 Rb	37	85.44	I	38.5°	700.0°	1.53	濃紅	
銫 Cs	55	132.91	I	26.0°	670.0°	1.90	淡青	↓ 最活潑

都是一價元素, 成陽離子, 是富有反應力, 而質軟的金屬, 呈特有的焰色反應。鈉和鉀最重要。

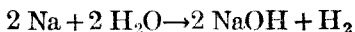
### 第一節 鈉

#### § 78. 鈉 (sodium Na).

(1) 製法: 電解熔融無水的苛性鈉 (NaOH):



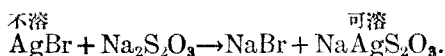
(2) 性質：銀白色性軟而有金屬光。極易和氧氣化合而生過氧化鈉 (sodium peroxide)  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ，是強氧化劑。鈉和水起劇烈作用而生氫和氫氧化鈉：



(3) 鈉的化合物 (sodium compounds)：

(a) 氯化鈉 ( $\text{NaCl}$ )，氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ )，碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )，和碳酸氫鈉 ( $\text{NaHCO}_3$ )，都見前第八章，第一，三，五節。

(b) 硫代硫酸鈉 (sodium thiosulfate  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ，俗稱“hypo”，照相上用為定着劑：



(c) 硫酸鈉 (sodium sulfate:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ，結晶的，稱芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ )，易風化。

(d) 硝酸鈉 (sodium nitrate  $\text{NaNO}_3$ )，又稱智利硝石 (Chile saltpeter)，是製硝酸的原料。

## 第二節 鉀及銨

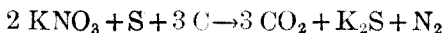
§ 79. 鉀 (potassium K).

(1) 鉀的製法像鈉，性質比鈉更強烈。

(2) 鉀的化合物 (potassium compounds).

(a) 苛性鉀 (caustic potash KOH), 碳酸鉀 (potassium carbonate) 都和鈉的相當化合物相似。

(b) 硝酸鉀 (potassium nitrate)  $KNO_3$ , 又名硝石 (salt-peter), 和硫黃, 木炭, 是製黑火藥的原料。



(3) 鈉和鉀的火焰鑑別法: 取潔淨的白金絲蘸鈉鹽在火焰中現黃色, 鉀鹽在火焰中現紫色。

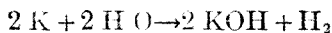
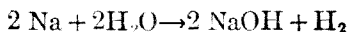
§ 80. 銨鹽 (ammonium salts).

銨  $NH_4^+$  雖不是元素, 但性質和鉀, 鈉極相似。重要的銨鹽有氯化銨 ( $NH_4Cl$ ), 即硝砂, 熱之就生氨。

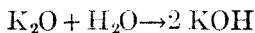
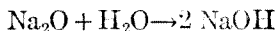


問(一): 鉀與鈉二元素化學性質相似之點甚多, 試舉二例以明之。 (滬, 二十二年)

答: 鉀和鈉加水都產生氫及氫氧化物。



鉀和鈉的氧化物都是鹼性氧化物, 加水成強鹽基。



問(二): 試述一方法, 以鑑別下列各化合物。

(蘇, 二屆)

(1) 氯化物, 溴化物及碘化物.

(2) 鉀鹽與鈉鹽.

答: (1) 加硝酸銀於氯化物, 生白色沈澱, 加硝酸銀於溴化物和碘化物, 都生黃色沈澱, 然這二種顏色不易辨別, 所以再要用下法試驗. 溴化物溶液中加氯水少許, 溶液就變褐色, 熱之就有紅櫻色的溴氣放出. 碘化物溶液中加氯水少許, 然後加澱粉漿少許, 立見溶液變深藍色.

(2) 鉀鹽和鈉鹽的鑑別, 祇須用火焰法, 鉀鹽現紫色火焰, 鈉鹽現黃色火焰.

問(三): 試以方程式表下列各反應: (川)

(a) 通二氧化硫於氫氧化鈉之溶液.

(b) 加硫代硫酸鈉溶液於氯化銀.

(c) 通  $H_2S$  於硝酸鉛溶液.

(d) 硫酸鋁溶解於水.

答: (a)  $2 NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

(b)  $AgCl + Na_2S_2O_3 \rightarrow NaCl + NaAgS_2O_3$

(c)  $Pb(NO_3)_2 + H_2S \rightarrow PbS \downarrow + 2 HNO_3$

(d)  $Al_2(SO_4)_3 + 6 H_2O \rightarrow 2 Al(OH)_3 + 3 H_2SO_4$ .

問(四): 鉍是一種鹼金屬. (滇, 二十二年, 測驗)

答: 鉍不是鹼金屬, 不過性質像鹼金屬.



## 第十六章

### 磷族元素

§ 81. 磷族元素 (phosphorus family).

氮 (N), 磷 (P) 砷 (As), 銻 (Sb), 鉍 (Bi), 五元素, 同屬磷族元素

元素	序	原子量	價	熔點	沸點	比重	性質
氮 N	7	14.008	III, V	-209.86°C.	-195.8°C.	1.25克/升	非金屬性
磷 P	15	31.02	III, V	黃磷 44.1°	280°	1.83	非金屬性
砷 As	33	74.91	III, V	—	615° 昇華	5.727	非金屬性 和金屬性
銻 Sb	51	121.76	III, V	630.5°	1380°	6.684	非金屬性 和金屬性
鉍 Bi	83	209.00	III, V	271°	1450°	9.80	金屬性

N  
P  
As  
Sb  
Bi

本族元素, 性質雖相似, 但依原子量而逐漸變化。氮和磷是純粹的非金屬, 他們的氧化物和水成酸, 而砷和銻就兼有金屬和非金屬的性質, 他們的氧化物和水結合兼呈酸及鹽基的兩性, 鉍完全呈金屬性。氮最重要, 磷次之。

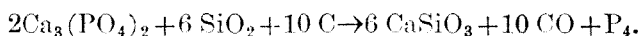
## 第一節 磷

§ 82. 磷(phosphorus P<sub>4</sub>).

磷成磷酸鹽存於天然界中,及動物的骨,和腦神經系中.

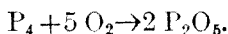
## (1) 製法:

(a) 加石英砂, 焦煤於磷酸鈣, 置電爐熱至 1350—1400°, 便得黃磷(white phosphorus):



(b) 黃磷密閉器中使隔離空氣熱至 250°, 便成紅磷(red phosphorus).

(2) 性質: 黃磷和紅磷為同素物, 在空氣中燃燒得五氧化二磷:



其餘性質的比較如下表.

性質	黃磷	紅磷
色及形態	白或黃蠟狀	紅色粉狀
熔點	44°	589°.5(43氣壓)
沸點	280°	—
比重	1.83	2.1—2.28
臭	似蒜	無
CS <sub>2</sub>	可溶	不溶
磷發火	有	無
發火點	約 35°C.	260°C.
毒性	有	無

(3) 火柴(matches): 因磷易着火,所以可以製火柴.

(a) 摩擦火柴(friction matches). 軸木的一端,浸入下列的混合液而乾之,一經摩擦即生火.

軸木	{	黃磷(因有危險,可代以三硫化四磷 $P_4S_3$ )	……	發火劑
		二氧化鉛(或氯酸鉀,硝石)	……	氧化劑
		膠	……	固着劑
		色素		

(b) 安全火柴(safety matches). 使磷和氧化劑分製於軸木及匣面,以保安全.

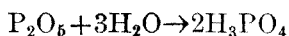
軸木	{	氯酸鉀(或重鉻酸鉀)	……	氧化劑
		硫(或三硫化二銻 $Sb_2S_3$ )	……	燃燒劑
		玻璃粉	……	摩擦劑
		膠	……	固着劑
匣面	{	三硫化二銻	……	燃燒劑
		紅磷	……	發火劑
		膠	……	固着劑
		玻璃粉	……	摩擦劑

軸木和匣面摩擦便生火.

(4) 磷的化合物(phosphorus compounds): 重要的有下面數種:

(a) 五氧化二磷(phosphorus pentoxide)  $P_2O_5$ . 白色粉狀,是一種極好的乾燥劑.

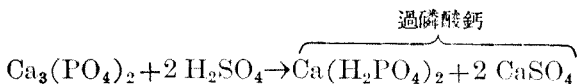
(b) 磷酸(正磷酸)(phosphoric acid)  $H_3PO_4$ . 五氧化二磷溶於沸水,便得磷酸:



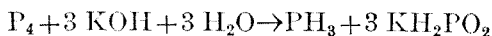
磷酸是弱酸,和鹽基中和,可得三種鹽:



(c) 磷酸鈣(calcium phosphate)  $Ca_3(PO_4)_2$ . 磷酸鈣加硫酸,得過磷酸鈣(superphosphate of lime),是一種肥料:



(d) 磷化氫(phosphine)  $PH_3$ . 加濃苛性鉀於黃磷而熱之,便得磷化氫:

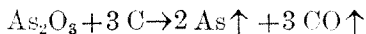


有惡臭,能在空氣中自由發火,俗稱鬼火.

## 第二節 砷,銻及鉍

§ 83. 砷和銻(arsenic and antimony) As, Sb.

(1) 製法: 將天然出產的硫化物,加熱先使氧化,然後以碳還元之:



(2) 性質: 砷銻都有金屬光澤,在空氣中砷易變黑,銻不易變。

(3) 功用: 砷可以造散彈,銻可以製活字金。

§ 84. 鉍 (Bismuth Bi).

有金屬光澤,非金屬性極少。最大的功用,是做易熔的合金,如 Wood's metal (是鉍 4,鉛 2,錫 1,鎘 1 的合金,熔點祇  $60.5^\circ$ )。

問 (一): 磷及火柴之製造法若何? (桂,二屆)

答: 參考本章 § 82 (1) 和 (3)

問 (二): 寫出下列各反應之完全方程式:

(1) 黃金 + 王水

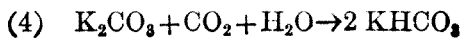
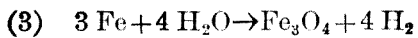
(2) 硫酸 + 磷酸鈣

(3) 水蒸氣 + 赤熱鐵粉

(4) 碳酸鉀 + 二氧化碳 + 水 (蘇,二屆)

答: (1)  $\text{Au} + \text{HNO}_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{AuCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$

(2)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CaSO}_4 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$



# 第十七章

## 碳族元素

§ 85. 碳族元素(carbon family).

碳 C, 矽 Si, 鍺 Ge, 錫 Sn, 鉛 Pb 五元素, 同屬碳族元素.

元 素	序	原子量	價	熔 點	比 重	性 質
碳 C	6	12.00	IV	—	1.75-3.51	非 金 屬
矽 Si	14	28.06	IV	1420°	2.0-2.49	非 金 屬
鍺 Ge	32	72.60	IV	958°	5.469	金屬及非金屬
錫 Sn	50	118.70	II,IV	231.85°	7.287	金 屬
鉛 Pb	82	207.22	I,II,IV	327°	11.34	金 屬

本族在週期表內適居中間, 碳是顯著的非金屬, 所以他的氧化物, 極有酸性. 矽居其次, 他的氧化物仍呈酸性. 鍺是介於金屬和非金屬之間, 所以他的氧化物能和酸化合, 又能和鹽基化合. 錫的金屬性漸增, 鉛的金屬性更顯著. 本族碳和矽相似, 錫和鉛相似, 鍺不甚重要.

## 第一節 碳

## § 86. 碳(carbon)

(1) 碳的同素物(allotropic forms of carbon):

(a) 金剛石(diamond). 無色八面體結晶,是世界上最硬的物質,比重3.5,光的折射率很大,充裝飾用.

(b) 石墨(graphite). 質軟,是黑灰色片狀結晶,比重2.2. 用作鉛筆的心.

(c) 無定形碳(amorphous carbon). 種類很多,也最重要,有木炭,煤,骨炭,煤氣炭,活性碳等.

木炭和煤都是燃料,骨炭用以精製蔗糖,煤氣炭可以製油漆,墨水等.活性碳能吸着多量氣體,軍事上用作毒氣吸收劑.

(2) 煤(coal):

(a) 成因. 太古的植物,經地殼變遷,埋於地中,受高壓,高溫和長時間的分解而成.

(b) 種類. 依碳質的多少,有泥煤(60%),褐煤(70%),黑煤(80-88%),無烟煤(94%). 乾餾黑煤,便得焦煤(96%).

(c) 煤的乾餾,得下列各物:



煤 { 氣體部分——煤氣(coal gas)  
 液化部分 { 上層—煤氣液(gas liquor)  
                   下層—煤焦油(coal tar)

將煤焦油再分餾,便得下列各主要物,都是近代工業上極重要的原料.

餾出溫度	餾出物	重	要	成	分
105°—210	輕油	苯,	甲	苯	
210°—240°	中油	酚,		萘	
240°—270°	重油	萘,	甲	酚	等
270°	綠油	蔥,	石	蠟	
餘	渣瀝	青	(供假漆,土瀝青等用)		

問(一): 煤因何而成,其種類如何? (浙,二十二年)

答: 參考本節(2)(a)(b).

問(二): 試述煤之乾餾,及其主要生成物. (閩)

答: 參考本節(2)(c).

## 第二節 碳的氧化物

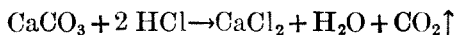
§ 87. 碳的氧化物(oxides of carbon).

有一氧化碳(CO)及二氧化碳(CO<sub>2</sub>)二種.

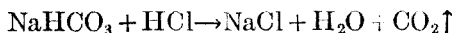
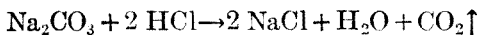
(A) 二氧化碳(carbon dioxide) CO<sub>2</sub>.

(1) 製法.

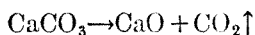
(a) 加稀鹽酸於大理石(實驗室法).



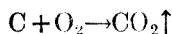
(b) 加稀酸於碳酸鈉或碳酸氫鈉:



(c) 石灰石加熱:



(d) 燃燒煤炭等:

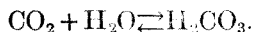


(2) 性質.

(a) 二氧化碳是無色無臭氣體,比空氣約重一倍半.

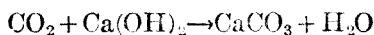
(b) 不能自燃,也不能助燃.

(c) 稍溶於水,成碳酸(carbonic acid),是一種弱酸:



(d) 極易液化或成固體.固體二氧化碳俗稱乾冰(dry ice),熔點為  $-78^\circ\text{C}$ .

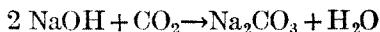
(e) 遇石灰水生乳白色的碳酸鈣.這是檢驗二氧化碳的方法.



(f) 若二氧化碳過多,石灰水中便生可溶的碳酸氫鈣,而不現沈澱:



(g) 極易為苛性鉀或苛性鈉所吸收.

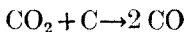
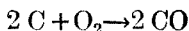


(3) 功用. 製滅火器和汽水,乾冰是近代新出的冷藏劑.

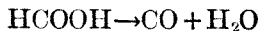
(B) 一氧化碳(carbon monoxide)CO.

(1) 製法.

(a) 生二氧化碳時,氧氣不足,或二氧化碳遇赤熱的碳,便生一氧化碳.



(b) 實驗室中加濃硫酸於蟻酸而熱之,也產生一氧化碳:



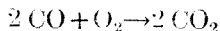
(2) 性質.

(a) 無色無味無臭的氣體,一升重 1.25 克,難溶於水.

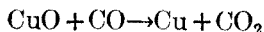
(b) 有劇毒,人吸之足以致死,因為一氧化碳能損

壞紅血球。

(c) 燃之舉藍色火焰而生二氧化碳。



(d) 能在氧化物中奪取氧氣，所以是還原劑。

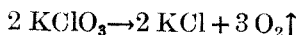


問(一)：試述下列各物實驗室製備法：

(1) 氧 (2) 氫 (3) 氨 (4) 二氧化碳 (5) 氯

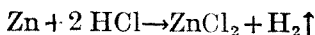
(蘇，一屆)

答：(1) 氯酸鉀和二氧化錳，混合熱之，氯酸鉀便分解而生氧：

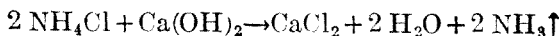


二氧化錳是觸媒。

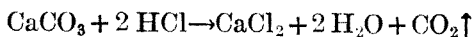
(2) 加稀鹽酸於鋅，就可以得氫：



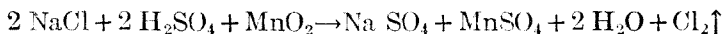
(3) 氯化銨和石灰熱之，便生氨：



(4) 加稀鹽酸於大理石，便生二氧化碳：

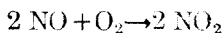


(5) 加硫酸於食鹽和二氧化錳的混合物，就有氯產生：



問(二): 今有廣口瓶五個,內分盛氫,氮,一氧化碳,二氧化碳及一氧化氮,問用何法可以識別之。(蘇,二屆)

答: 以燭火入氫氣,瓶口發爆聲而自燃,但燭火在瓶中滅熄. 燭火入氮和二氧化碳,也都要滅熄,不過沒有爆發聲,而二氧化碳內加石灰水少許,立變為乳白色,氮氣便沒有這種現象. 一氧化碳能在空氣中現藍色火焰而自燃,或以小動物如鳥類入一氧化碳瓶中立即毒斃. 一氧化氮遇空氣立變紅褐色的二氧化氮.



問(三): 試述二氧化碳之製法(實驗室法,作者應繪圖表明實驗時之裝置),性質及用途。(贛,二十二年)

答: 參考 § 87.

問(四): 試比較下列各組化合物(或元素)之性質.

(a) 一氧化碳與二氧化碳. (b) 氟化氫與氯化氫.

(c) 黃磷與赤磷 (晉)

答: (a) 一氧化碳和二氧化碳同是無色無臭的氣體,他們的異點如下:

一氧化碳	能自燃	有毒	石灰水不變乳白色	不能被氫氧化鈉	還原劑	難溶於水
二氧化碳	滅火	無毒	石灰水變乳白色	能被氫氧化鈉	不是還原劑	稍溶於水成弱酸

(b) 氟化氫和氯化氫同是有刺激性的氣體，氟化氫最顯著的性質是有強侵蝕性，甚至能侵蝕玻璃，氯化氫極易溶於水，成鹽酸，有強酸性。

(c) 黃磷和赤磷性質的比較，參考 § 82, (2)。

### 第三節 矽

#### § 88. 矽 (silicon Si) 和他的化合物。

單質的矽，因為不易製備，所以不甚重要，現在祇論矽的化合物 (compounds of silicon)。

(1) 二氧化矽 (silicon dioxide)  $\text{SiO}_2$  又名石英 (silica)

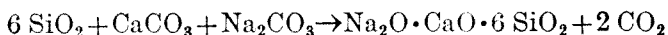
(a) 二氧化矽是矽化合物中最普通的一種。 (b) 水晶 (quartz) 是他的最純粹的結晶，若含少量雜質時，便成美麗的寶石。 (c) 石英是岩石中最主要的成分。 (d) 石英遇酸不起變化，不過易被氟化氫侵蝕。和苛性鈉共熱，便產生水玻璃 (water glass)  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 。



(e) 在電爐中用高壓及真空，石英就在  $1715^\circ\text{C}$ . 時熔解，冷後就變成無色透明的固體，稱石英玻璃 (quartz glass)，膨脹率很小，可作實驗室內的器皿用。

(2) 玻璃 (glass)。

(a) **鈉玻璃**. 碳酸鈉,碳酸鈣,和石英相混合,置窯中共熔至 800—1400°C.,得矽酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) 和矽酸鈣 ( $\text{CaSiO}_3$ ) 的混合液,冷之便成玻璃,是一種固溶體,稱**鈉玻璃**(soda glass),性軟,故又稱**軟玻璃**,供窗玻璃及瓶等用。



(b) **鉀玻璃**. 上面的碳酸鈉若代以碳酸鉀,便得**鉀玻璃**(potash glass).質硬,故又稱**硬玻璃**,供化學器械用。

(c) **鉛玻璃**. 若鈉玻璃原料中的碳酸鈣,代以氧化鉛,就得**鉛玻璃**(lead glass).質軟而折射率大,可製光學儀器和人造寶石。

(d) **派雷克玻璃**. 造鈉玻璃的原料中,若一部分的石英,代以氧化硼,便成今日化學儀器中最堅實的**派雷克玻璃**(Pyrex glass)。

各種玻璃的成分性質和用途,列表如下:

種類	原料	成分	性質	用途
鈉玻璃	碳酸鈉,碳酸鈣,石英	矽酸鈉和矽酸鈣的混合物 ( $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$ )	質軟易熔	窗玻璃及瓶
鉀玻璃	碳酸鉀,碳酸鈣,石英	矽酸鉀和矽酸鈣的混合物 ( $\text{K}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$ )	質硬難熔	化學器皿
鉛玻璃	碳酸鉀,碳酸鉛,石英	矽酸鉀和矽酸鉛的混合物 ( $\text{K}_2\text{PbSi}_6\text{O}_{14}$ )	質軟折 射率大	光學器具 人造寶石
派雷克玻璃	碳酸鹽,氧化硼,石英	矽酸鹽和硼酸鹽的混合物	質堅硬 難熔	上等化學器皿

問(一): 略述玻璃之製法及其成分. (皖)

答: 玻璃的製法,是以各原料混合置窯中在高溫下共熔之,成透明液體,冷之便得玻璃,他的種類及成分,參觀上表.

問(二): 金剛石的成分和水晶一樣.

(滇,二十二年,測驗)

答: 金剛石是純粹的碳質,水晶是純粹的二氧化矽( $\text{SiO}_2$ ),二者的成分,完全不同.

#### 第四節 錫

§ 89. 錫(tin Sn).

(1) 冶金: 以天然出產的錫石( $\text{SiO}_2$ ),用炭還元之便得錫.

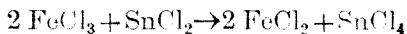
(2) 性質: 錫是質軟的金屬,富有展性及延性,抽之成線,錘之成箔,在空氣中不被氧化,但能溶於濃鹽酸濃硝酸和苛性鹼溶液,也能稍溶於稀硝酸.

(3) 用途: 錫可以鍍銅,鐵及作合金,馬口鐵(tin plate)就是鐵面鍍錫的板.

(4) 錫的化合物(compounds of tin): 錫的化合物有高價(四價)和低價(二價)的兩種.主要的有下列數物:



(a) 二氯化錫 (stannous chloride)  $\text{SnCl}_2$ . 極易變為高價的錫,所以是還原劑:



低價的錫  $\text{Sn}^{++}$ , 能使高價的鐵  $\text{Fe}^{+++}$  還原成低價的鐵  $\text{Fe}^{++}$ , 而錫自己被氧化為高價的錫  $\text{Sn}^{++++}$ , 所以從原子價說來, 氧化作用就是原子價增高, 還原作用就是原子價降低, 這是氧化還原兩作用的另一種解釋, 不一定增加氧然後稱氧化, 除去氧然後稱還原.

(b) 四氯化錫 (stannic chloride)  $\text{SnCl}_4$ .

問: 何謂氧化? 何謂還原? 試以原子價說明之.

(蘇, 二屆)

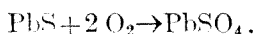
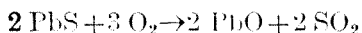
答: 像二氯化錫和三氯化鐵反應成四氯化錫和二氯化鐵, 便是以原子價變化而起氧化和還原的一例. 這裏低價的錫 ( $\text{Sn}^{++}$ ) 氧化而成高價的錫 ( $\text{Sn}^{++++}$ ), 高價的鐵 ( $\text{Fe}^{+++}$ ), 還原而成低價的鐵  $\text{Fe}^{++}$ , 所以由原子價論之, 氧化就是由低價變成高價, 還原是由高價變為低價.

## 第五節 鉛

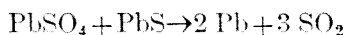
### § 90. 鉛 (lead Pb).

## (1) 冶金:

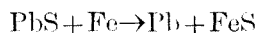
(a) 先使一部分的方鉛礦(PbS)在空氣中加熱,鉛氧化而變成氧化鉛(PbO),和硫酸鉛(PbSO<sub>4</sub>).



再將所成的氧化鉛,硫酸鉛和未變化的硫化鉛在密器中加熱,鉛便被還原:



(b) 將硫化鉛加鐵熱之,也可得鉛:



(2) 性質: 鉛是軟而帶白色的金屬,有毒,有展性和延性,在空氣中易被氧化而變黑,熔點很低(327°C.),溶於熱硫酸和硝酸.

(3) 用途: 造鉛管,蓄電池和合金(活字金等).

(4) 鉛的化合物 (compounds of lead):

(a) 一氧化鉛(PbO)紅黃色,又名密陀僧 (litharge) 可以供造鉛玻璃等.

(b) 四氧化三鉛(Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>),紅色,又名鉛丹 (red lead),可作顏料.

(c) 二氧化鉛 ( $\text{PbO}_2$ ), 褐色粉末, 是氧化劑, 製蓄電池用之。

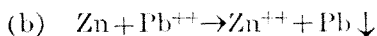
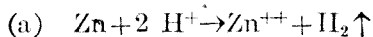
(d) 醋酸鉛  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , 水溶液有甘味, 供醫藥及染色術用。

(e) 鉛白  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ , 可作顏料。

(5) 電動力次序 (electromotive series):

金屬依電離溶壓 (electrolytic solution tension) 的大小而排列的次序, 稱電動力次序: [K(最大), Na, Ba, Sr, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Cd, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Bi, Sb, Hg, Ag, Pt, Au]。

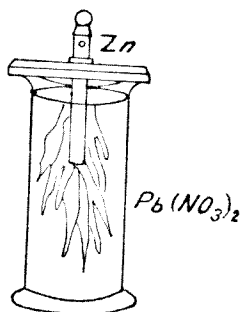
電離溶壓大的金屬能入液中為離子而將電離溶壓小的金屬替代出來, 例:



(b) 就是生成鉛樹 (lead tree) 的原理。

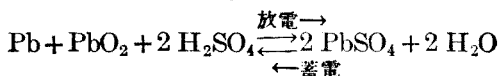
問: 述鉛板蓄電池之製法及其化學作用。 (皖)

答: 鉛板蓄電池的作法, 是用二種鉛板, 相間而成, 一種上塗鉛



鉛樹

粉,叫陰極,另一種上塗二氧化鉛( $\text{PbO}_2$ ),算陽極,二極同置稀硫酸中,再將陰陽二種板各自聯合,便成蓄電池.他的化學作用是可逆反應,一方是放電(discharge),一方是蓄電(charge).



放電時,以化能(chemical energy)變為電能(electric energy);蓄電時以電能變為化能.

## 第十八章

### 硼，鋁，錳，鉻

#### § 91. 硼(B)和鋁(Al).

硼的性質雖和矽相似,但和鋁同歸第三屬,總稱土族元素 (earth family), 都是三價,錳歸第七屬,鉻歸第六屬,各元素同屬的其他元素都不甚重要,所以把硼,鋁,錳,鉻,共合一章而論之.

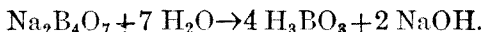
#### 第一節 硼

#### § 92. 硼 (boron B).

硼的化合物:

(a) 硼酸(boric acid)  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . 硼酸是一種白色結晶,加水後呈弱酸性反應,醫學上用作消毒劑.

(b) 硼砂(borax)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ . 硼砂是一種無色結晶,加水後呈鹼性反應:



硼砂熱之成硼砂球,硼砂球和氧化金屬在火焰中

現特異的顏色:

	氧	化	焰	還	原	焰
Fe		黃		淡		綠
Ni	紫 (熱)		褐 (冷)		灰	
Co		藍			藍	
Cu			綠		紅	
Cr			綠		綠	
Mn			紫	無		色

## 第二節 鋁

§ 93. 鋁 (aluminium Al).

鋁在地殼中占 7%，長石雲母陶土等都以鋁的矽酸鹽為主。

(1) 製法: 賀爾的電解法 (Hall's process).

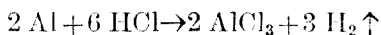
法以氧化鋁  $Al_2O_3$  為原料，溶於熔融的冰晶石 ( $AlF_3 \cdot 3NaF$ ) 中，以碳棒為陽極，敷石墨的鐵槽為陰極，通電後，陽極生氧，鐵槽中得鋁。

(2) 性質:

(a) 鋁是銀白色的金屬，甚輕，比重 2.6。富有延性及展性。

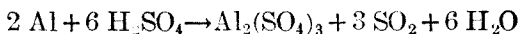
(b) 在空氣中易被氧化而生表面膜，因此不致侵入內部。

(c) 溶於鹽酸或苛性鹼，都能發生氫氣:

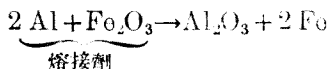




(d) 不溶於硝酸和稀硫酸，但遇熱濃硫酸便有下列反應：



(e) 鋁是極強的還原劑，和氧化金屬反應，產生極高的熱，而使金屬還原，所以可以作熔接劑 (thermite)。



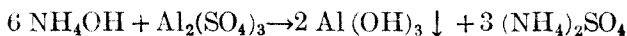
(3) 功用：利用鋁的輕的性質，可以作飛機，汽車上的材料，和製日用器具等，又可以作合金。

(4) 鋁的化合物 (compounds of aluminium):

(a) 氧化鋁 (aluminium oxide)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，又稱礬土 (alumina)，性質很硬，天產鋼玉 (corundum)，是純粹的氧化鋁，紅玉 (ruby) (內含  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )，青玉 (sapphire) (內含  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  及  $\text{TiO}_2$ ) 及金鋼砂 (emery) (內含  $\text{FeO}$ )，都是氧化鋁含雜質的產物，人造寶石，可以依法製造之。

(b) 氫氧化鋁 (aluminium hydroxide)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

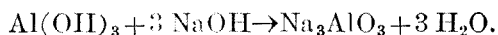
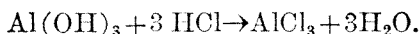
加氨水於鋁鹽，便生白色膠狀沈澱的氫氧化鋁：



燒氫氧化鋁便去水而得氧化鋁：



氫氧化鋁是兩性氫氧化物 (amphoteric hydroxide), 因為具有酸和鹽基的兩種性質:



(c) 明礬(alum). (i) 普通的明礬是硫酸鉀和硫酸鋁的重鹽(double salt). 他的分子式是:  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ . (ii) 其中的鉀和鋁可以換以他種一價和三價的金屬而得種種明礬. (iii) 明礬溶於水, 便生氫氧化鋁, 能將污水中的雜質帶入水底而沈澱之, 這就是明礬能淨水的原因. (iv) 明礬可供媒染劑, 製革及淨水等用.

(d) 陶土(kaolin) 黏土(clay) 及瓷器(porcelain). 純粹的矽酸鋁是陶土 ( $\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ). 不純粹的矽酸鋁稱黏土. 陶土和長石( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) (feldspar), 加水混合, 製成器皿, 乾後置窯中加熱, 便成瓷器.

### 第三節 錳

§ 94. 錳 (manganese Mn).

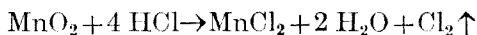
錳有二價, 三價, 四價, 六價, 七價的五種化合物, 低價



的呈金屬性,成陽離子,高價的呈非金屬性,成陰離子中的一部分

錳的化合物(compounds of manganese): 錳的化合物重要的有兩種:

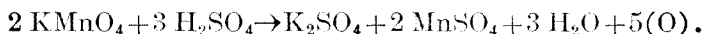
(a) 二氧化錳(manganese dioxide)  $\text{MnO}_2$ . 天然產的二氧化錳叫軟錳礦(pyrolusite). 是一種黑色粉末,可以用作氧化劑製備氯氣:



又可用作製氧的觸媒.

(b) 高錳酸鉀(potassium permanganate)  $\text{KMnO}_4$ . 高錳酸鉀,是有光澤的紫色結晶,是強氧化劑.他的氧化力由溶液的性質而不同:

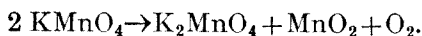
(i) 酸性溶液中,由二分子生五原子的氧:



(ii) 在中性或鹼性溶液中,由二分子生三原子的氧:



(iii) 乾的高錳酸鉀加熱,也能分解而生氧:



## 第四節 鉻

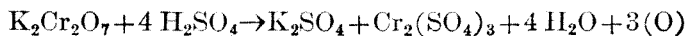
## § 95. 鉻(chromium Cr).

鉻也有二價,三價和六價的三種化合物,高價的成陰離子的一部分.

**鉻的化合物:** 鉻的化合物重要的有鉻酸鉀和重鉻酸鉀:

(a) **鉻酸鉀**(potassium chromate)  $K_2CrO_4$ . 鉻酸鉀是黃色斜方晶系的結晶,易溶於水,遇鉛鹽生黃色難溶的鉻酸鉛( $PbCrO_4$ ),是一種黃色顏料.

(b) **重鉻酸鉀**(potassium dichromate)  $K_2Cr_2O_7$ . 重鉻酸鉀是橙黃色的結晶,在稀硫酸溶液中,生三原子氧:



所以是強氧化劑.

## 第十九章

### 鹼土族元素及鎂族元素

#### (I) 鹼土族元素

§ 96. 鹼土族元素 (alkaline earth family).

鈣 Ca, 鐳 Sr, 鋇 Ba 三元素, 同屬鹼土族.

元 素	序	原 子 量	價	熔 點	沸 點	比 重	焰 色
鈣 Ca	20	40.08	II	810°	1170°	1.55	紅 黃
鐳 Sr	38	87.63	II	800°	1150°	2.6	深 紅
鋇 Ba	56	137.36	II	850°	1140°	3.5	黃 綠

三元素都是二價, 他們的氫氧化物呈鹼性, 碳酸鹽難溶於水, 酸性碳酸鹽則可溶解, 有特異的焰色反應.

#### 第一節 鈣

§ 97. 鈣 (calcium Ca).

鈣在天然間出產很多, 大都是碳酸鹽, 像石灰石 (limestone), 大理石 (marble), 方解石都是, 也有矽酸鹽, 磷酸鹽, 硫酸鹽等.

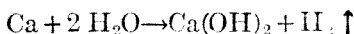
(1) 製法: 電解氯化鈣 ( $\text{CaCl}_2$ ), 可以得金屬的鈣.

(2) 性質:

(a) 鈣是銀白色金屬。

(b) 在空氣中極易變暗。

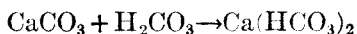
(c) 遇水就產生氫:



(d) 熱之便燃而生氧化鈣  $\text{CaO}$ 。

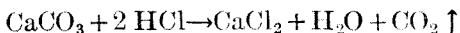
(3) 鈣的化合物 (compounds of calcium).

(a) 碳酸鈣 (calcium carbonate)  $\text{CaCO}_3$ . 方解石, 大理石, 石灰石等, 都是碳酸鈣. 難溶於水, 但遇碳酸便變酸性碳酸鈣而溶解.

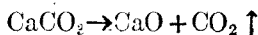


酸性碳酸鈣, 是使水變硬的一種原因, 也就是石鐘乳, 石筍的所以能產生的緣故.

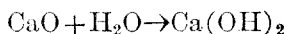
碳酸鈣遇酸就產生二氧化碳:



(b) 氧化鈣 (calcium oxide)  $\text{CaO}$ , 又稱生石灰. 燒石灰石除去二氧化碳, 便得生石灰:



(c) 氫氧化鈣 (calcium hydroxide)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . 俗稱消石灰 (slaked lime) 生石灰和水, 便得消石灰:



消石灰加適量的水,就得石灰乳(milk of lime),澄清的水溶液,叫石灰水(lime water)。

(d) 硫酸鈣(calcium sulfate)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . 俗稱石膏(gypsum). 熱石膏而去其四分之三的水,得燒石膏(plaster of Paris):



可作石膏細工。

(e) 二碳化鈣(calcium carbide)  $\text{CaC}_2$ . 是製氰氨化鈣( $\text{CaCN}_2$ )和乙炔( $\text{C}_2\text{H}_2$ )的原料。

(4) 水泥和混凝土(cement and concrete):

(a) 水泥.是一種和水放置時自然固結而有耐水性的物質,普通製法以石灰石,黏土相混而燒之,將凝待冷,再碎之便得,他的成分大致如下表:

(b) 混凝土.水泥和碎砂石相混而凝固的稱混凝土.水泥和混凝土都是建築上重要的材料。

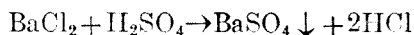
水泥的成分	
CaO	63%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.5%
SiO <sub>2</sub>	21.5%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5%
MgO	2.5%
SO <sub>3</sub>	1.5%

## 第二節 鋇和鋇

### § 98. 鋇和鋇的化合物。

鋇和鋇都同鈣相似,他的化合物,遠不及鈣的化合物多,重要的祇有下列數種:

(a) 硫酸鋇 (barium sulfate)  $BaSO_4$ . 很難溶於水,因此可以試驗硫酸鹽:



或  $Ba(NO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HNO_3$ .

氯化鋇或硝酸鋇,都可以作試驗劑.

(b) 氫氧化鋇 (barium hydroxide)  $Ba(OH)_2$ . 他的水溶液呈鹽基性,有時可代氫氧化鈣而試驗二氧化碳.

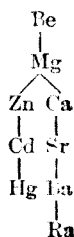
(c) 硝酸鋇 (strontium nitrate)  $Sr(NO_3)_2$ . 能使煙火現紅色.

## (II) 鎂族元素

### § 99. 鎂族元素 (magnesium family).

鈹 Be, 鎂 Mg, 鋅 Zn, 鎘 Cd, 汞 Hg 五元素,同屬鎂族元素.

元素	序	原子量	價	熔點	沸點	比重	形態
鈹 Be	4	9.02	II	1350°	—	1.8	固體
鎂 Mg	12	24.32	II	651°	1110°	1.74	固體
鋅 Zn	30	65.38	II	419.43°	907°	7.14	固體
鎘 Cd	48	112.41	II	320.9°	767°	8.6	固體
汞 Hg	80	200.61	I, II	-38.87°	357°	13.596	液體



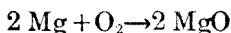
本族元素，鈹的性質和鎂相似。鋅鎳又相似，汞又和別的不同。鈹不重要，所以從略。

### 第三節 鎂

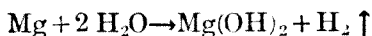
§ 100. 鎂 (magnesium Mg).

(1) 製法：電解沙金石 (carnallite)  $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  便可得鎂。

(2) 性質：鎂是銀白色金屬，以火點之能發強光而燃燒，生氧化鎂 ( $\text{MgO}$ )：



鎂遇沸水則得氫：



(3) 用途：鎂光用於攝影術。

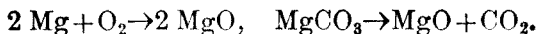
(4) 鎂的化合物 (magnesium compounds)：

(a) 硫酸鎂 (magnesium sulfate)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。又名瀉鹽 (Epsom salt)。醫家用作瀉藥。

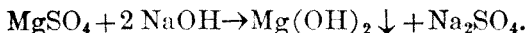
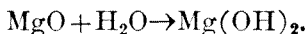
(b) 氯化鎂 (magnesium chloride)  $\text{MgCl}_2$ 。氯化鎂是無色的結晶，極易潮解，味苦。

(c) 氧化鎂和氫氧化鎂 (magnesium oxide and magnesium hydroxide)  $\text{MgO}$  及  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

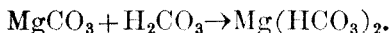
燒鎂和碳酸鎂,都可得氧化鎂:



氧化鎂溶於水或加鹼於鎂鹽溶液,都可得氫氧化鎂



(d) 碳酸鎂 (magnesium carbonate). 碳酸鎂難溶於水,但遇碳酸,便成酸性碳酸鎂而溶解.

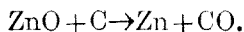
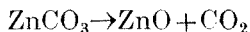
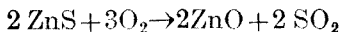


酸性碳酸鎂是硬水成因之一.

#### 第四節 鋅

##### § 101. 鋅 (zinc Zn).

(1) 冶金: 先燒方鋅礦 (zinc blende)  $\text{ZnS}$  及菱鋅礦 (zinc-spar)  $\text{ZnCO}_3$ , 使成氧化物,再和炭蒸餾之,便得鋅:



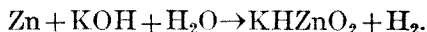
(2) 性質:

(a) 鋅是青白色金屬.

(b) 冷時質脆.



- (c) 在尋常溫度下,不易和空氣中氧化合。  
 (d) 熱至百度以上,可展成板。  
 (e) 不純粹的鋅可製氫。  
 (f) 鋅又能溶於鹼,而生氫,所以呈兩性作用:



(3)用途: 鋅可以塗於鐵面而製鋅鍍鐵 (galvanized iron),又可製多種重要合金。

(4) 鋅的化合物 (compounds of zinc): 重要的鋅化合物如下。

(a) 氧化鋅 (zinc oxide)  $\text{ZnO}$ . 燒鋅,碳酸鋅,或氫氧化鋅,都可得白色的氧化鋅,又名鋅白 (zinc white),可作顏料。

(b) 氫氧化鋅 (zinc hydroxide)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ . 加苛性鈉於鋅鹽,使得氫氧化鋅,是兩性氫氧化物。

(c) 氯化鋅 (zinc chloride)  $\text{ZnCl}_2$ . 鋅溶於鹽酸,使得氯化鋅,可以作木材的防腐劑。

(d) 硫酸鋅 (zinc sulfate)  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ . 俗稱皓礬 (white vitriol), 有收斂性及防腐力,用作眼藥。

## 第五節 鎘

§ 102. 鎘 (cadmium Cd).

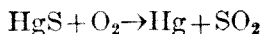
鎘的性質和鋅相似,所以從略。

### 第六節 汞

#### § 103. 汞 (mercury Hg).

汞俗稱水銀。

(1) **製法:** 燒辰砂 (cinnabar)  $\text{HgS}$ , 使硫氧化, 便可得汞:



(2) **性質:**

(a) 汞是銀白色的液體, 比水重 13.6 倍。

(b) 常溫時在空氣中不起氧化, 高溫時就氧化而成一氧化汞 ( $\text{HgO}$ )。

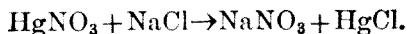
(c) 除鐵鉑外, 汞易和金屬成合金, 稱汞齊 (amalgam)。

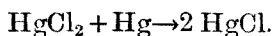
(3) **用途:** 汞可以製溫度計, 氣壓計, 和冶金等用。

(4) **汞的化合物 (mercury compounds):** 汞的化合物有一價及二價二種, 重要的如下:

(a) **一氯化汞 (mercurous chloride)  $\text{HgCl}$ .**

加食鹽於硝酸亞汞, 或加水銀於二氯化汞而蒸餾之, 都可得一氯化汞:





一氯化汞是白色難溶於水的粉末, 又稱**甘汞** (calomel), 供醫藥用.

(b) **二氯化汞** (mercuric chloride:  $\text{HgCl}_2$ ).

加熱於食鹽和硫酸汞的混合物, 就得二氯化汞, 又稱**昇汞** (corrosive sublimate). 有劇毒. 醫藥上供消毒用

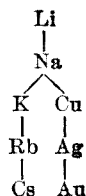
## 第二十章

### 銅族元素

#### § 104. 銅族元素 (copper family).

銅 Cu, 銀 Ag, 金 Au 三元素, 同屬銅族元素, 銅族元素和鹼族元素共隸於週期表的第一屬。

元素	序	原子量	價	熔點	沸點	比重
銅 Cu	29	63.57	I, II	1083°	2300°	8.92
銀 Ag	47	107.880	I	960.5°	1950°	10.5
金 Au	79	197.2	I, III	1063°	2600°	19.3



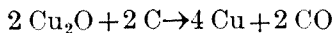
#### 第一節 銅

#### § 105. 銅 (copper Cu).

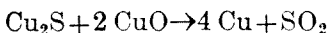
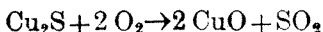
銅有自然產出的, 此外銅礦有赤銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), 藍銅礦 ( $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ), 黃銅礦 ( $\text{CuFeS}_2$ ), 硫銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) 等。

#### (1) 冶金:

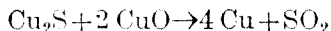
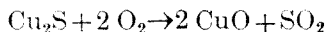
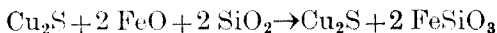
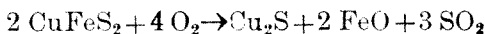
(a) 氧化銅礦和碳酸銅礦, 祇須加炭還原便可得銅:



(b) 硫化銅礦,先燒礦石使成氧化銅,然後和殘留的硫化銅在密器中強熱之,銅就產生:



(c) 冶銅於黃銅礦,方法比較的繁,總言之必須經過下列數反應:



(d) 精製法: 以粗銅爲陽極,純銅爲陰極,懸於硫酸銅溶液中而電解之,可得99.95%的純銅,不純的部分,留於陽極溶液中,含金及銀.

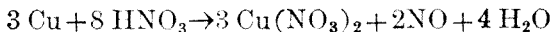
(2) 性質:

(a) 銅是富於延展性的赤色金屬.

(b) 除銀外,銅最易傳電及熱.

(c) 銅在乾空氣中不受侵蝕,遇濕空氣,表面便被侵蝕而生銅綠 ( $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ).

(d) 銅能溶於硝酸和熱濃硫酸:



(3) 用途: 銅最大的用途是作合金,其次是作日用器具等。

	銅	鋅	錫
黃銅	60—90%	10—40%	
青銅	80%	5%	15%
銅幣	95%	1%	4%

銅的重要合金

(4) 銅的化合物 (copper compounds): 銅的化合物有一價與二價兩種。

(a) 一氧化二銅 (cuprous oxide)  $\text{Cu}_2\text{O}$ . 紅色,天然成赤銅礦而產生。

(b) 一氧化銅 (cupric oxide)  $\text{CuO}$ . 黑色粉末,有氧化力。

(c) 硫酸銅 (copper sulfate)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ . 含結晶水的硫酸銅,呈青色,所以又稱青礬 (blue vitriol), 俗稱膽礬。燒膽礬可去結晶水,而得無色粉狀的無水硫酸銅。硫酸銅可供電池,電解和殺蟲劑等用。

## 第二節 銀

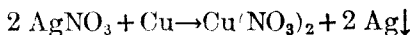
### § 106. 銀 (silver Ag).

銀有天然產出的,然大都以硫銀礦 ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) 爲主,鉛

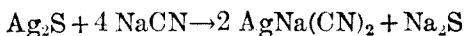
礦中也含有少量的銀。

(1) **冶金**：主要的有下列二法：

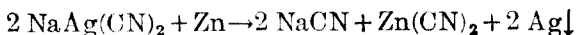
(a) **派克法** (Parke's process)：將含銀的鉛加鋅而熔之，銀入於鋅層。再蒸餾鋅層而得含鉛及金的銀，氧化之而去其鉛，溶於硝酸而去其金，然後懸銅於所得硝酸銀溶液中，銀便析出：



(b) **氰化法** (cyanide method)。溶硫銀礦於氰化鈉溶液中。



再將此溶液電解或以鋅投入，便可使銀分離：



(2) **性質**：

(a) 銀是白色有光輝的金屬，質軟，富延性和展性。

(b) 是最易傳熱和電的金屬。

(c) 在空氣中不易氧化。

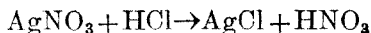
(d) 遇硫化氫就變黑 (因生  $\text{Ag}_2\text{S}$ )。

(e) 祇能溶於濃硫酸和稀硝酸。

(3) **用途**：銀可以製銀幣和裝飾鍍銀等用。

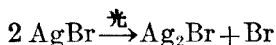
(4) **銀的化合物** (compounds of silver)。

(a) 硝酸銀 (silver nitrate)  $\text{AgNO}_3$ . 溶銀於硝酸, 便得硝酸銀. 硝酸銀遇鹵素化物, 就產生鹵素化銀的沈澱:

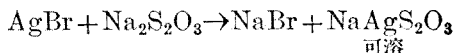


硝酸銀可作防腐劑.

(b) 鹵素化銀 (silver halides)  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$ : 氯化銀 (silver chloride) 白色, 溴化銀 (silver bromide) 淡黃色, 碘化銀 (silver iodide) 黃色, 都可用硝酸銀加於鹵素化物而得之, 三物有相似的性質, 都不溶解於水, 都極易感光而變色.



照像就藉此理而成, 普通於乾片上塗溴化銀, 見光處變黑, 不見光處不變, 若將還原劑先使已變物質中的銀還原, 然後用硫代硫酸鈉 (sodium thiosulfate), 使沒有變的部分溶去, 所照的像, 就能顯出:



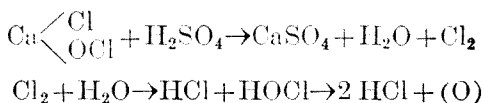
問 (一): 試說明下列各物能發生變化之原因:

- (1) 漂白粉能漂白.
- (2) 溴化銀能製乾片.
- (3) 明礬能清潔水. (蘇, 二屆)

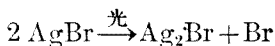
答: (1) 漂白粉能漂白的原因是漂白粉遇酸便



產生新生態的氧,使顏色物氧化,所以能漂白:



(2) 溴化銀有感光作用,遇光便分解:



所以能製乾片而照相.

(3) 明礬能清潔水,因明礬中有硫酸鋁,遇水分解而得白色膠狀沈澱的氫氧化鋁( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ),能將水中雜質帶同沈下水底,使上面的水清潔.

### 第三節 金

#### § 107. 金 (gold Au).

金在天然間大都以遊離狀態而產出,常和砂及石英等混合.

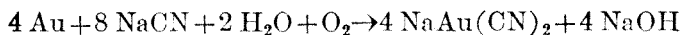
(1) 冶金:

(a) 淘金法: 碎金礦以水淘洗之,泥土輕,漸被沖去,金重而沈於器底.

(b) 混汞法 (amalgamation method). 流碎礦於水中,使通過敷汞的銅板上,金和汞成汞齊,再蒸餾汞齊而去其水銀,便可得金.

(c) 氰化法 (cyanide process): 加混汞法的殘滓

或貧礦於氰化鈉 (NaCN) 或氰化鉀 (KCN) 的溶液中,就和空氣中的氧作用,將金溶解而成  $\text{NaAu}(\text{CN})_2$ :



投鋅於此溶液,或將此溶液電解,都可使金遊離。

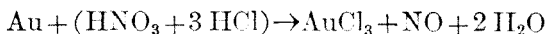
(2) 性質:

(a) 金呈黃色而有光澤

(b) 延性及展性在金屬中為最

(c) 除銀及銅外,金最易傳熱和電。

(d) 不受氧或酸所侵蝕,但能溶於氰化鈉或氰化鉀,又溶於王水而生三氯化金。



(3) 用途: 金可以造金幣,金箔,鍍金及裝飾用。

#### 第四節 鉑

##### § 103. 鉑 (Platinum Pt).

鉑和金同稱貴金屬 (noble metals), 所以將鉑附敘於金的後面。

鉑在天然間常和銱 (Ir) 及銱 (Os) 成合金而產出,欲提鉑必須用王水等溶取之。

(1) 性質: 鉑是灰白色而有光澤的金屬,富延性及展性,不受氧和酸侵蝕,僅能溶於王水而生  $\text{PtCl}_4$ 。

(2) 用途: 鉑可以作化學儀器,裝飾品和觸媒等用,在今日鉑是很貴重的金屬。

問(一): 試舉含有下列性質之金屬之名稱:

- (A) 延性展性最富者一種。
- (B) 傳熱導電最良者一種。
- (C) 在常溫能與水生作用者二種。
- (D) 不能生汞齊者二種。

答: (A) 延性展性最富者為金。

(B) 傳熱導電最良者為銀。

(C) 在常溫能和水生作用的是鈉和鉀

(D) 不能生汞齊的是鐵和鉑。

問(二): Au是能被Hg所溶的。(滇,二十二年,測驗)

答: 是, Au和Hg能成汞齊。

問(三): 何種金屬,能成單體之礦物而產生?其化學性與普通金屬有何差異? (桂,一屆)

答: 鉑,金,銀,汞,銅五金屬,均能成單體的礦物而產出。此等金屬,在電動力次序中位置較低,與普通金屬比較,其化學性較不活潑,不易為空氣中氧氣及酸類所侵。其中鉑及金二金屬,最不活潑,故其產出以單體為主;銅汞銀三金屬較為活潑,故雖有單體產出,仍以化合狀態產出者為主。

## 第二十一章

### 鐵族元素

§ 109. 鐵族元素 (iron family).

鐵 Fe, 鈷 Co, 鎳 Ni 三元素, 同稱鐵族元素.

元 素	序	原子量	價	熔 點	沸 點	比重
鐵 Fe	26	55.84	II, III	1535°	3000°	7.86
鈷 Co	27	58.94	II, III	1480°	2900°	8.9
鎳 Ni	28	58.69	II, III	1452°	2900°	8.9

Fe  
|  
Co  
|  
Ni

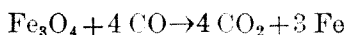
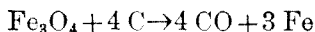
鐵, 鈷, 鎳三元素, 都是過渡元素, 介於長週期左右兩族的中間, 各元素有相似的性質, 然也有一定次序的遞變, 此三者天然間常在一處, 都能被磁石所吸引, 都是白色極堅不易溶解的金屬, 他們的氫氧化物, 都現弱鹽基性, 但鈷的鹽基性不及鐵強, 而鎳的鹽基性又不及鈷強而已。

#### 第一節 鐵

§ 110. 鐵(iron Fe).

鐵在天然間極多,大都爲氧化物和硫化物產出,如赤鐵礦( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ),磁鐵礦( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ),褐鐵礦( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ),菱鐵礦( $\text{FeCO}_3$ ),黃鐵礦( $\text{FeS}_2$ )等。

(1) 冶金: 如礦石中含有碳酸鹽或硫化物,先燒之使成氧化鐵,然後加焦煤在鼓風爐 (blast furnace) 中還原之,就得**銑鐵** (pig iron),又稱**鑄鐵** (cast iron)。他的主要反應如下:



(2) 鐵的種類: 鐵的種類很多,主要的有**鑄鐵** (cast iron or pig iron), **鍛鐵** (wrought iron), **鋼** (steel) 等,都因所含碳的成分的多少,和製法的不同,而性質也異,用途也不同。現在把他們列表比較如下:

種類	碳 %	其他雜質	組織	性質	熔點	用途
銑鐵	0.05-0.2	Si 0.05, P 0.15, S 0.05, Mn 0.07	纖維狀	軟,韌,有展 延性,能彎 折	約1600° C.	可鑄爲器具,抽 鐵絲水管等
鋼	0.05-1.4	Si 0.07, P 0.03, S 0.02, Mn 0.40	粒狀	軟,鍊之便 硬,有展性, 能彎折	約1400° C.	鑄板,鐵軌,釘, 彈簧等
鑄鐵	3-5.5	Si 1.68, P 0.70, S 0.60, Mn 0.41	結晶狀	脆,不能展 薄	約1200° C.	鑄模型,鐵柱, 鑄,鋼的原料

[註] 鐵的冶金法和鍛鐵及鋼的製法,讀者可參考

復興高中教科書化學,商務印書館出版。

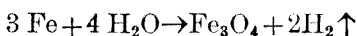
(3) 純鐵的製法： 電解鐵鹽，或通氫於熱三氧化二鐵 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 或二氯化鐵 ( $\text{FeCl}_2$ ) 中，都可得純鐵。

(4) 純鐵的性質：

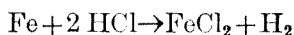
(a) 純鐵是灰白色的金屬，富磁性。

(b) 乾空氣中不易受氧化。

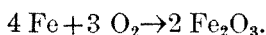
(c) 遇水蒸氣就生四氧化三鐵和氫：



(d) 遇稀酸亦生氫：

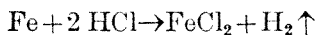


(e) 熱之便燃燒而生三氧化二鐵。



(5) 鐵的化合物 (iron compounds)： 鐵有高價 (ferric 三價) 和低價 (ferrous 二價) 兩種，所以成兩類化合物，主要的如下：

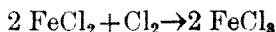
(a) 鐵的氯化物 (iron chlorides)  $\text{FeCl}_2$  及  $\text{FeCl}_3$ 。鐵溶於鹽酸中，使得二氯化鐵 (ferrous chloride)  $\text{FeCl}_2$ ：



熱鐵及氯氣或鐵溶於王水中，則生黃色的三氯化鐵 (ferric chloride)  $\text{FeCl}_3$ 。

三氯化鐵和二氯化鐵，可以互相轉變，如二氯化鐵

加氯水,就得三氯化鐵:



三氯化鐵和鐵粉共煮之,就生二氯化鐵:



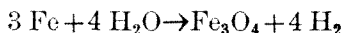
這種由低價的鐵而變為高價的鐵,或由高價的鐵變為低價的鐵,也是由原子價說而解釋氧化和還原的一例

(b) 鐵的氫氧化物 (iron hydroxides)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  及  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . 加鹼於三價鐵鹽溶液,就得黃色膠狀的三氫氧化鐵 ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ):



同樣加鹼於二價鐵鹽溶液,就生白色的二氫氧化鐵 ( $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ), 二氫氧化鐵遇空氣又氧化而為三氫氧化鐵.

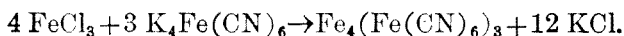
(c) 鐵的氧化物 (oxides of iron)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  及  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . 熱三氫氧化鐵,可得三氧化二鐵 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 紅色,可供顏料. 鐵銹是三氧化二鐵 ( $3 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), 鐵遇濕氣和二氧化碳,就易生銹. 鐵遇水蒸氣,就產生四氧化三鐵:



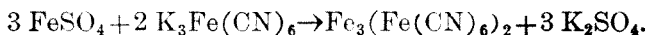
(d) 硫酸亞鐵 (ferrous sulfate)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ . 硫酸亞鐵是綠色結晶,所以又稱綠礬 (green vitriol).

(e) 黃血鹽 (potassium ferrocyanide)  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ . 黃

血鹽是黃色結晶。加三價鐵鹽於黃血鹽溶液，就生普魯士藍 (Prussian blue)  $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$  的沈澱：



(f) 赤血鹽 (potassium ferricyanide)  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ . 赤血鹽是一種紅色結晶。加二價鐵鹽於赤血鹽溶液，就生滕白而藍 (Turnbull's blue)  $\text{Fe}_3(\text{Fe}(\text{CN})_6)_2$  的沈澱：



## 第二節 鈷及鎳

### § 111. 鈷 (cobalt Co).

鈷的性質和鐵相似，有磁性，他的化合物，也有二價和三價的不同。然除作合金外，並不重要。最普通的化合物是二氯化鈷 (cobaltous chloride)  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，是紅色結晶。

### § 112. 鎳 (nickel Ni).

鎳也和鐵相似，是灰白色而硬的金屬，磁性比鐵為弱，在空氣中，能保持他的光輝，所以別物質上，往往鍍鎳以取美觀。鎳可以作多種合金。他的重要的化合物有硫酸亞鎳 (nickelous sulfate)  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，是綠色結晶；四碳醯鎳 (nickel carbonyl)  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  是無色液體，他的蒸氣有毒。



## 第二十二章

### 有機化合物

#### § 113. 有機化學.

(1) 定義: 碳的化合物, 稱有機化合物 (organic compounds); 研究碳化合物的科學, 稱有機化學 (organic chemistry). 研究碳化合物以外各物質 (若干簡單碳化合物亦包含在內) 的科學, 稱無機化學 (inorganic chemistry).

(2) 有機化合物的種類 (classification of organic compounds): 有機化合物大別之可分如下表:

有機化合物	{	脂肪族化合物 (aliphatic compounds) ... 各碳原子
		結合成鏈狀 (chain)
		芳香族化合物 (aromatic compounds) ... 各碳原子
		結合成環狀 (ring)

每族中又含有下列各類:

- 碳化氫 (hydrocarbons).
- 醇 (alcohols).
- 醚 (ethers).

- d. 醛 (aldehydes).
- e. 酮 (ketones).
- f. 酸 (acids).
- g. 酯 (esters).
- h. 胺 (amines).
- i. 碳水化合物 (carbohydrates).
- j. 蛋白質 (proteins).
- k. 生物鹼類 (alkaloids).
- l. 色素 (pigments).

現將各類的重要化合物敘論之,不重要的概從簡略.

### 第一節 碳化氫

#### § 114. 碳化氫 (hydrocarbons).

碳和氫化合而成的化合物,稱**碳化氫**.

脂肪族化合物中,又分**飽和碳化氫**(saturated hydrocarbons) 和 **不飽和碳化氫**(unsaturated hydrocarbons). 芳香族化合物中,又有**苯屬** (benzene), **萘屬** (naphthalene), **蒽屬** (anthracene) 等.

#### § 115. 脂肪族碳化氫.

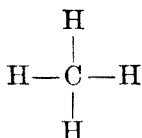
(1) 飽和碳化氫,又稱曰烷屬,屬中所含的化合物舉數種如下:

分子式	名稱	熔點	沸點	形態
CH <sub>4</sub>	甲烷	-184°	-161.4°	氣體
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	乙烷	-172°	-88.3°	氣體
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	丙烷	-189.9°	-44.5°	氣體
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	丁烷	-135.0°	0.6°	氣體
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	戊烷	-131.5°	36.2°	液體
C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	十六烷	18°	287.5°	固體

觀表內甲烷乙烷丙烷等的分子式,各以 CH<sub>2</sub> 的差逐漸增加,性質也逐漸變化,由氣體而液體而固體,凡碳的化合物,化學性質相類,而以 CH<sub>2</sub> 的倍數為差的,稱同系物 (homologue).

甲烷的同系物,可以通式 (C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>) 代表之,其中以碳四價,氫一價結合,價已完全飽滿,所以稱飽和碳化氫 (saturated hydrocarbons).

(a) 甲烷 (methane) CH<sub>4</sub>. 甲烷是無色無臭的氣體,著火則燃,常在池沼中成天然氣而產生,所以又稱沼氣 (marsh gas),是重要氣體燃料之一,他的結構式 (structural formula) 是:



(b) 甲烷的鹵素取代物(halogen substituted methane).

甲烷中的氫,可以由一個以至四個鹵素替代之,重要的有下列數種:

(i) 三氯甲烷(chloroform)  $\text{CHCl}_3$ . 是易揮發而無色的液體,他的蒸氣有香,可作麻醉劑.

(ii) 三碘甲烷(iodoform)  $\text{CHI}_3$ . 是黃色有特臭的板狀固體,俗稱黃碘,有強殺菌性,可作防腐劑.

(iii) 四氯化碳(carbon tetrachloride)  $\text{CCl}_4$ . 是無色而質重的液體,是有機化合物中極好的溶媒,又因無燃性,所以可作消火劑.

(2) 不飽和碳化氫. 碳與氫的結合,碳的價不完全飽滿無缺,所以稱不飽和碳化氫.若有二個碳原子,各缺少一價,而不飽滿,就以雙鍵(double bond)  $-\text{C}=\text{C}-$  互相結合,稱烯屬(alkenes),又稱成油屬(olefines).

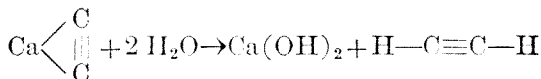
若有二個碳原子,各缺少二價而不飽滿,就以三鍵(triple bond)  $-\text{C}\equiv\text{C}-$  互相結合,稱炔屬(alkynes).

(3) 烯屬. 通式為  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ .

乙炔(ethylene)  $C_2H_4$  或  $\begin{matrix} H \\ | \\ >C=C< \\ | \\ H \end{matrix}$  熱酒精和濃硫酸至  $180^\circ$ , 酒精便脫水而成乙炔。乙炔是無色而有醚臭的氣體, 是製芥子氣(mustard gas)的原料, 歐戰時製出很多。

(4) 炔屬. 通式為  $C_n H_{2n-2}$ .

乙炔(acetylene)  $C_2H_2$  或  $H-C\equiv C-H$ . 二碳化鈣遇水, 便生乙炔:



因二碳化鈣又名電石, 所以乙炔又稱電石氣。乙炔是無色有毒的氣體, 略有微臭。熱到  $780^\circ$  就爆發, 和空氣混和到  $480^\circ$  就爆發。點火就生光輝的焰, 可作乙炔燈(acetylene lamp)。乙炔最大的功用是製氧炔焰(oxyacetylene flame), 溫度可熱至  $2400^\circ$ , 比氫氧焰尤高( $2000^\circ$ ), 且有還原性, 所以可熔鋼鐵, 供切斷和接合之用。

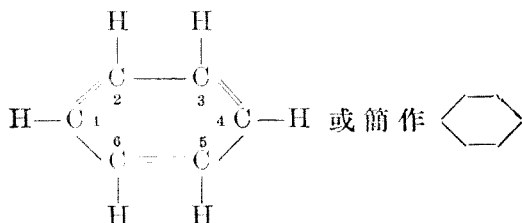
§ 116. 芳香族碳化氫. (又名環狀碳化氫)。

(1) 苯屬.

(a) 苯(benzene)  $C_6H_6$ . 工業上苯是由分餾煤焦油時在  $170^\circ$  以下所餾出的輕油中提取之。苯俗稱安息油, 是無色而有特臭的液體, 極易着火, 是有機化合物中有用的溶媒, 可供乾燥洗濯等用, 又是重要化合物的原料。

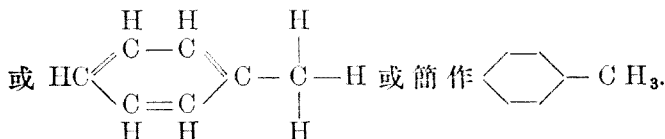
苯的結構式是六個碳原子結合成正六角形環狀

每碳原子聯一氫原子,再間以三個雙鍵.



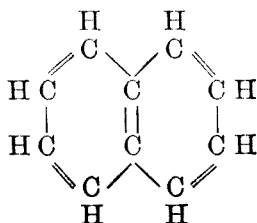
(b) 苯的同系物.

(i) 甲苯 (toluene)  $C_6H_5CH_3$ .



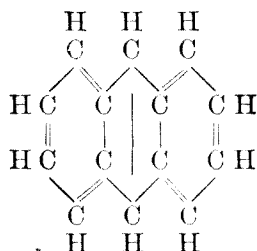
甲苯和濃硫酸及濃硝酸的混合液反應,就生**2,4,6,三硝基甲苯**(trinitro-toluene)(T.N.T.).是歐戰時著名的劇烈炸藥.

(2) 萘 (naphthalene)  $C_{10}H_8$ . 萘俗稱**焦油腦**,是從分餾煤焦油時,所得中油及重油中取出之.是無色板狀結晶,易揮發,有特殊的臭氣,用作防蟲和防腐劑,又可作染料的原料.他的結構式是由二個苯核駢合而成:



(3) 蔥 (anthracene)  $C_{14}H_{10}$ . 蔥是從分餾煤焦油時

最後所得的綠油中取出,所以俗名綠油腦,是無色發青色螢光的結晶,可供造染料的原料,他的結構式如下:



問 (一): 電石氣 (acetylene) 之性質及用途若何?

(贛,二十二年)

答: 參考 § 115 (4) 乙炔。

問 (二): 試述飽和碳化氫 (saturated hydrocarbon) 之意義及其性質。

(贛,二十三年)

答: 飽和碳化氫,因化合物中碳的四價和氫的一價相結合,已飽滿無餘,所以稱飽和碳化氫,他的性質是比較的不活潑,不易和別的物质起化學反應,同系中低級的是氣體,中級的是液體,高級的是固體,成蠟狀,所以飽和碳化氫又稱石蠟屬 (paraffines)。

問 (三): 沼氣及安息油之構造及學名若何?

(浙,二十一年,覆試)

答: 沼氣的學名叫甲烷,他的構造式是

$$\begin{array}{c}
 \text{H} \\
 | \\
 \text{H}-\text{C}-\text{H} \\
 | \\
 \text{H}
 \end{array}$$

安

息油的學名爲苯,構造式是

$$\begin{array}{c}
 \text{H} \quad \text{H} \\
 \diagdown \quad \diagup \\
 \text{C} - \text{C} \\
 \diagup \quad \diagdown \\
 \text{H C} \quad \quad \quad \text{C H} \\
 \diagdown \quad \diagup \\
 \text{C} = \text{C} \\
 \diagup \quad \diagdown \\
 \text{H} \quad \text{H}
 \end{array}$$

## 第二節 醇

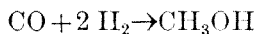
### § 117. 醇 (alcohols).

凡碳化氫的氫被氫氧基(OH)取代而生的物質,在鏈狀化合物的,總稱曰醇,在苯核上的,稱苯醇,簡稱曰酚(phenols).

#### (A) 鏈醇類.

(1) 醇: 凡醇都有氫氧基(OH),但不似無機化合物的有鹼性,醇類的性質,都和氫氧基有關,他的主要的化合物有甲醇乙醇等.

(2) 甲醇 (methyl alcohol)  $\text{CH}_3\text{OH}$ . 甲醇又名木精 (wood spirit). 可從蒸餾木材所得的木醋酸(pyroligneous acid)中取出. 工業上導壓縮的一氧化碳和氫的混合氣體於熱至  $200-250^\circ$  的觸媒(鐵及鋅粉)室,使生甲醇.



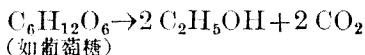
甲醇是無色液體,有毒,飲之則盲,多則致死,可作溶媒.

(3) 乙醇 (ethyl alcohol)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . 俗稱酒精 (spirit of wine), 又單稱曰醇 (alcohol).



## (a) 製法.

(i) 將糖類加酵母,發酵便得酒精:

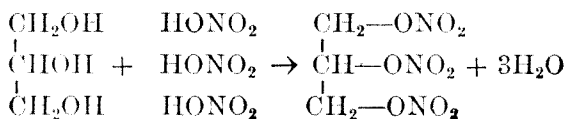


(ii) 工業上多用澱粉,木材,馬鈴薯等為原料,先使分解為糖,而後加酵母使發酵.

(b) 性質及用途. 酒精是無色液體,有愉快的香氣,飲之能使人醉,沸點 $78^\circ\text{C}$ .,冰點 $-114^\circ\text{C}$ .,故可作溫度計.普通的酒是以穀類或果汁為原料,中含酒精的成分,視酒的濃淡而定.酒精可充溶媒,殺菌劑,燃料,飲料等用.(4) 甘油 (glycerine)  $\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{CHOH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$ . 學名丙三醇 (propanetriol).

(a) 製法. 天然間和脂肪酸結合成脂油而存在,是造肥皂的副產物.

(b) 性質. 甘油是無色黏狀液體,有甘味,富吸水性,可以作保濕劑.

(c) 硝化甘油 (nitroglycerine)  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ . 甘油經濃硫酸和濃硝酸混合液的作用後,便生硝化甘油:

是一種猛烈的炸藥.

## (B) 環醇類.

(1) 酚 (phenol)  $C_6H_5OH$ .

(a) 存在. 酚俗名石炭酸 (carbolic acid), 和焦油腦混存於分餾煤焦油所得的中油中.

(b) 性質. 酚是無色結晶, 有毒, 防腐性很強, 普通作消毒用.

(2) 甲酚 (cresol)  $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot OH$ . 甲酚可由重油中取出, 他的性質和石炭酸相似, 他的鹼溶液, 稱來索兒 (lysol), 是近日普通的消毒劑.

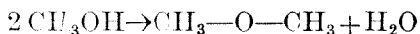
## 第三節 醚

## § 118. 醚 (ethers).

凡醇中和氧結合的氫, 被碳氫基 (alkyl radicals) 所取代而生的物質, 總稱曰醚.

(1) 甲醚 (dimethyl ether)  $CH_3-O-CH_3$ , 或  $(CH_3)_2O$ .

(a) 製法. 木精和硫酸蒸餾, 便去水而得甲醚:



(b) 性質. 甲醚是略有香氣的氣體, 極易着火.

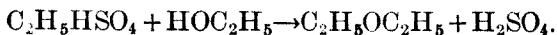
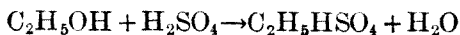
(c) 甲醚的分子式為  $C_2H_6O$ , 而乙醇的分子式也是  $C_2H_6O$ , 二者的分子式相同, 而結構不同, 性質也異, 稱異構物 (isomers).

	甲 醚	乙 醇
分子式	$C_2H_6O$	$C_2H_6O$
示性式	$CH_3-O-CH_3$	$C_2H_5-OH$
結構式	$\begin{array}{c} H & H \\   &   \\ H-C-O-C-H \\   &   \\ H & H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H & \bullet \\   &   & \\ H-C-C-OH \\   &   & \\ H & H & \end{array}$

異構物是有機化學中的特色，無機化學中所沒有的。

(2) 乙醚 (diethyl ether)  $C_2H_5-O-C_2H_5$ . 乙醚通常簡稱曰醚 (ether).

(a) 製法. 酒精用硫酸去水, 便可得醚:



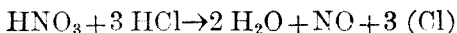
(b) 性質. 醚的沸點  $34.5^\circ C$ . 極易揮發, 可作溶媒, 醫學上用作麻醉劑.

問: 解釋下列名詞, 并各舉一例說明之. (蘇, 二屆)

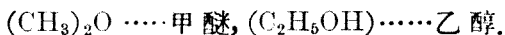
- (1) 新生態 (nascent state).
- (2) 異構物 (isomers).
- (3) 規定液 (normal solution).
- (4) 兩性氫氧化合物 (amphoteric hydroxides).

答:

(1) 由化學反應中初生的原子狀態，稱爲新生態，其性質異常活潑，遠過於普通分子狀態的氣體，例如王水中的氯：

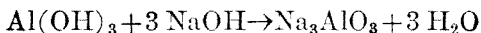
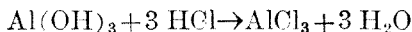


(2) 有機化合物中，有分子式同而結構不同，因之性質也異的化合物，稱異構物，像甲醚和乙醇便是：



(3) 凡一升的酸溶液中，含有一克可替代的氫原子，或一升的鹽基溶液中含有十七克的氫氧基(OH)，稱曰規定液，如取36.46克的氯化氫，製成一升的溶液，其中含有一克的氫，便是鹽酸的規定液；又取40克的氫氧化鈉(NaOH)，製成一升的溶液，其中含有十七克的氫氧根，便是氫氧化鈉的規定液；別的以此類推。

(4) 凡氫氧化物能同時和酸及和鹽基反應而成鹽的，稱兩性氫氧化合物，如氫氧化鋁能同時和HCl及NaOH反應如下：



所以氫氧化鋁是兩性氫氧化合物。

### 第四節 醛及酮

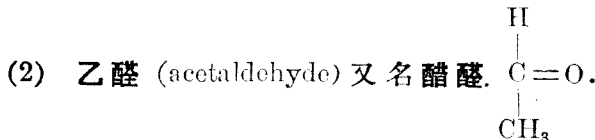
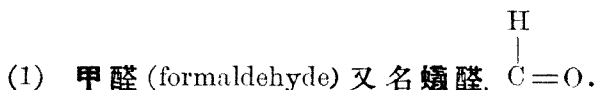
#### 119. 醛及酮 (aldehydes and ketones).

凡碳化氫中的氫被**碳醯基**(carbonyl  $>C=O$ )所取代的物質,碳醯基在鏈的一端的稱**醛**(aldehydes),  

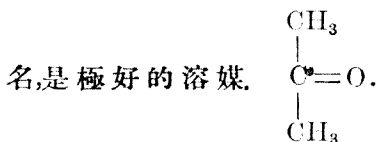
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$$
 在鏈的中間的稱**酮**(ketones)  

$$\begin{array}{c} || \\ \text{O} \\ \text{R}-\text{C}-\text{R} \end{array}$$

舉例如下:



(3) **丙酮** (acetone) 又名**木酮**.由木醋酸中得之,故



### 第五節 有機酸

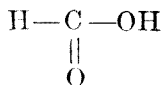
#### § 120. 有機酸 (organic acid) $\text{R}-\text{COOH}$ .

凡碳化氫的氫原子,被**酸性碳醯基** (carboxyl)

—C—OH 所取代而生的物質，總稱有機酸。

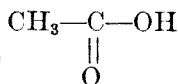


(1) 甲酸 (formic acid)  $\text{HCOOH}$  或作



又稱蟻酸，含於蟻蜂等的分泌液中，有刺激性，和硫酸共熱便生一氧化碳。

(2) 乙酸 (acetic acid)  $\text{CH}_3-\text{COOH}$ ，或



又名醋酸。

(a) 製法。取穀類及甘藷等澱粉，先使發酵而生酒精，再使醋酸菌繁殖其內，使酒精氧化而生醋：



(b) 性質。醋酸是一種弱酸，有刺激性，可作溶媒，又供食用。

(3) 高級酸 (higher acid)。高級酸都是固體，常和甘油結合為酯而成脂油，又和一價高級醇結合為酯而成蠟，產出於生物界中，普通的有下列數種：

(a) 脂蠟酸 (stearic acid)  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ 。

(b) 棕櫚酸 (palmitic acid)  $\text{C}_{16}\text{H}_{31}\text{COOH}$ 。

(c) 油酸 (oleic acid)  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ 。

(d) 乾性油酸 (linoleic acid)  $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ 。

(4) 乙二酸 (oxalic acid)  $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$  俗名草酸又稱蓼

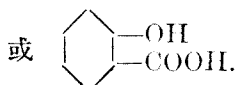
酸,存於酸模,酢漿草,大黃等植物中,是一種無色美麗結晶。

(5) **苯甲酸** (benzoic acid)  $C_6H_5COOH$ . 又名**安息酸**, 是白色結晶。

(6) **乳酸** (lactic acid)  $CH_3 \cdot CH(OH) \cdot COOH$ . 乳糖, 葡萄糖等,受乳酸菌作用而發酵,便生乳酸,牛乳腐敗後,也生乳酸。

(7) **酒石酸** (tartaric acid)  $\begin{array}{c} CH(OH) - COOH \\ | \\ CH(OH) - COOH. \end{array}$

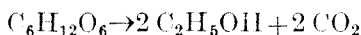
(8) **水楊酸** (salicylic acid)  $C_6H_4(OH)COOH$



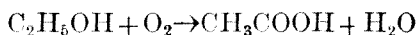
(9) **沒食子酸** (gallic acid)  $\begin{array}{c} OH \\ | \\ HO - \text{C}_6\text{H}_2 - COOH \\ | \\ OH \end{array}$

問 (一): 說明葡萄糖製醋酸之化學變化。(蘇,一屆)

答: 葡萄糖先發酵,變為酒精:



酒精再被醋酸菌所氧化而生醋酸:



問 (二): 試舉五種有機酸之名稱。(浙,二十二年)

答: 蟻酸,醋酸,草酸,乳酸,酒石酸等。

問 (三): 下列各化學式 (分子式或示性式) 之物質,應命何名? (閩)

- (1)  $\text{KMnO}_4$ , (2)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , (3)  $\text{CHCl}_3$ ,  
(4)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , (5)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , (6)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ .

答:

- (1) 高錳酸鉀 (potassium permanganate).  
(2) 硫代硫酸鈉 (sodium thiosulfate).  
(3) 三氯甲烷,俗名迷蒙精 (chloroform).  
(4) 醋酸鈉 (sodium acetate).  
(5) 硼砂 (borax).  
(6) 酚,俗名石炭酸 (carbolic acid).

## 第六節 酯

### § 121. 酯 (esters).

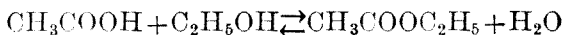
凡醇和有機酸反應而生的縮水物總稱曰酯。低級的有機酸和醇所生的酯,大都是有果香的液體;高級的酸和醇所成的酯,是蠟和脂肪油類等。酯和酸或鹼加熱,便水解而生有機酸和醇。凡酯的水解,稱為皂化 (saponi-



ification).

(1) 乙酸乙酯 (ethyl acetate)  $\text{CH}_3 \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$ .

(a) 製法: 乙酸乙酯是由乙酸和乙醇作用而生:



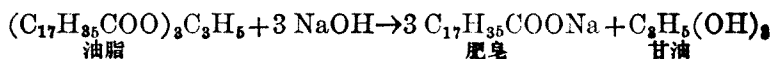
(b) 性質: 乙酸乙酯是無色液體,有揮發性,有芳香. 乙酸乙酯加酸或鹼而熱之,便皂化而生醋酸及酒精.

(2) 脂肪及油 (fats and oils). 脂肪及油都是高級脂肪酸和甘油所成的酯. 重要的有下列數種:

名稱	示性式	熔點	形態
棕櫚脂 palmitin	$(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$	$66^\circ$	脂肪
脂蠟脂 stearin	$(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\cdot\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$	$72^\circ$	脂肪
油 olein	$(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\cdot\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$	$-6^\circ$	油
乾性油脂 linolein	$(\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$	—	油

(3) 肥皂 (soap). 肥皂就是高級脂肪酸的鹼鹽.

(a) 製法: 熱油脂和苛性鈉於鍋中,就皂化而生肥皂及甘油的混合物:



再加食鹽於此混合液,因肥皂不溶於食鹽水,所以就與餘液分離,蒸餾餘液,便可得甘油爲副產物。氫氧化鈉若代以氫氧化鉀,便得軟肥皂。

(b) 肥皂的洗濯作用 (the cleaning action of soap). 因肥皂是弱酸和強鹽基所成的鹽,所以和水便起分解而生有機酸和鹼,所生之鹼便將附着於布帛或皮膚上的污垢變成膠狀溶液 (colloidal solution) 而除去之。

問 (一):

- (a) 肥皂之製法如何?用方程式表之
- (b) 可產生何種副產物?
- (c) 其副產物於國防上有何關係?

答:

(a), (b) 二問可參考本節 (3) (a)。

(c) 副產物甘油,因可製硝化甘油,是一種猛烈的炸藥,所以和國防有關係。

問 (二): 試舉製造下列各物之主要原料。

(蘇,二屆)

- (1) 黑火藥.      (2) 肥皂.      (3) 水泥 (cement).
- (4) 混凝土 (concrete),      (5) 火柴頭.

答：(1) 黑火藥的主要原料是木炭,硫,硝石.

(2) 肥皂的主要原料是脂肪,油,及苛性鈉或苛性鉀.

(3) 水泥的主要原料是石灰石和黏土.

(4) 混凝土的主要原料是水泥,散石,及砂.

(5) 安全火柴頭的主要原料是氯酸鉀 (氧化劑),  
硫(燃燒劑),膠(固著劑).

問(三): 甘油之製法如何?在軍事上有何功用?(皖)

答: 甘油是製肥皂的副產物,將製成肥皂和甘油的混合液,加食鹽使肥皂分離,然後將液體蒸餾,便得甘油.甘油可製硝化甘油,是一種猛烈的炸藥,所以和國防有關係.

問(四): 試述肥皂製備之反應及其去垢之原因  
(蘇,一屆)

答: 參觀本節(3),(a)及(b).

## 第七節 碳水化物

§ 122. 碳水化物(carbohydrates).

(1) 定義: 本類的化合物,都是碳氫氧三元素所成,其分子式可以  $C_m(H_2O)_n$  表之,形式上似碳與水的化

合物,所以總稱為**碳水化合物**,學名特稱為**醣類**。

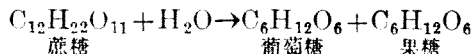
(2) **種類**: 碳水化合物可分為下列數類:

- 碳水  
化物
- (a) 單醣類(monosaccharides)  $C_6H_{12}O_6$ ……葡萄糖, 果糖.
  - (b) 式醣類(disaccharides)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ……蔗糖, 乳糖, 麥芽糖.
  - (c) 多醣類(polysaccharides)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ……澱粉, 糊精, 纖維素.

(a) **葡萄糖** (glucose, or grape sugar)  $C_6H_{12}O_6$ . 存於葡萄及其他果實中, 味甜, 又稱**右旋糖**.

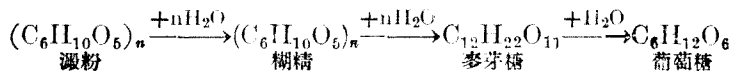
(b) **果糖** (fructose, or fruit sugar)  $C_6H_{12}O_6$ . 和葡萄糖共存於果實中, 味甜, 又稱**左旋糖**.

(c) **蔗糖** (sucrose, or cane sugar)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . 由甘蔗和甜菜中所含的糖汁製出, 是食料中必需品, 蔗糖遇酸便水解而生葡萄糖及果糖:



(d) **澱粉** (starch)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . 澱粉廣布於植物界中, 普通多呈粒狀, 上被薄膜, 粒的形狀和大小, 視植物的種類而不同, 澱粉粒和水熱至  $30^\circ$  以上, 澱粉便破膜而出, 成糊狀, 這種糊狀澱粉, 受酸和酵素作用, 就加水分

解而生種種糖類:

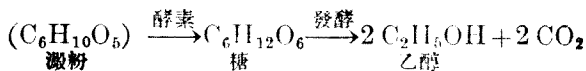


澱粉遇碘成深藍色,故可作驗碘劑。

澱粉除食用外,是製酒和酒精等重要原料。

問 (一): 用澱粉可以製乙醇 (ethyl alcohol). 其化學變化如何? 試說明之。 (河北,二十二年)

答: 用澱粉製乙醇,當先使澱粉和麥芽酵素作用,變為葡萄糖,然後再由釀母菌的作用發酵而生乙醇,他的化學變化如下:



## 第八節 營養化學

### § 123. 營養化學.

食物主要的成分有下列數種:

- (1) { 蛋白質是造成細胞而為筋肉皮膚器官和其他組織的要素.
- { 脂肪,分解而生熱,為供給能的來源.
- { 碳水化物,大部分迅速燃燒,供給必需的能,有餘便貯於肝臟或化為油脂.

量食物營養的價值 (food value), 多以燃燒值, 用仟卡 (Cal.) 爲單位表明之。

食物的營養價值 (一克的燃燒值) 如下:

蛋白質 .....4.1 Cal.

脂肪 .....9.3 Cal.

碳水化合物 .....4.1 Cal.

成人每日的總熱量, 大約須 2600 Cal.

(2) 活力素 (vitamins). 使動物完全發育而在營養上必不可少的要素, 稱活力素。

活力素的種類和營養的價值如下:

(a) 甲種活力素 (vitamin A). 有抵抗乾性眼結膜炎, 結石症及癌腫等的特效, 能增加生長力, 存於綠色黃色紅色的蔬菜, 魚類, 魚肝油, 乳油, 肝等。

(b) 乙種活力素 (vitamin B). 能助長發育, 有抵抗腳氣病或癩皮病的特效, 存於米皮, 麵麩, 糙米, 肉, 蛋白, 麥芽和多種穀類。

(c) 丙種活力素 (vitamin C). 有抵抗壞血病的特效, 存於生菜生果等, 尤以番茄爲多。

(d) 丁種活力素 (vitamin D). 有抵抗軟骨病的特效, 他的來源和甲種同, 魚肝油乳油中更多。

(e) 戊種活力素 (vitamin E). 有抵抗兩性不育症之功,存於生菜及其他多種蔬菜.

問: 試述活力素之種類及其對於人體營養上之價值. (川

答: 參考本節 (2) (a), (b), (c), (d), (e).

## 萬國原子量表 (1934)\*

元素名	符號	原子序數	原子量	
氫	Hydrogen	H	1	1.0078
氦	Helium	He	2	4.002
鋰	Lithium	Li	3	6.940
鈹	Beryllium	Be	4	9.02
硼	Boron	B	5	10.82
碳	Carbon	C	6	12.00
氮	Nitrogen	N	7	14.008
氧	Oxygen	O	8	16.0000
氟	Fluorine	F	9	19.00
氖	Neon	Ne	10	20.183
鈉	Sodium	Na	11	22.997
鎂	Magnesium	Mg	12	24.32
鋁	Aluminium	Al	13	26.97
矽	Silicon	Si	14	28.06
磷	Phosphorus	P	15	31.02
硫	Sulphur	S	16	32.06
氯	Chlorine	Cl	17	35.457
氬	Argon	A	18	39.944
鉀	Potassium	K	19	39.096
鈣	Calcium	Ca	20	40.08
鈦	Scandium	Sc	21	45.10
鈦	Titanium	Ti	22	47.90
鈮	Vanadium	V	23	50.95
鉻	Chromium	Cr	24	52.01
錳	Manganese	Mn	25	54.93
鐵	Iron	Fe	26	55.84
鈷	Cobalt	Co	27	58.94
鎳	Nickel	Ni	28	58.69
銅	Copper	Cu	29	63.57
鋅	Zinc	Zn	30	65.38
鋁	Gallium	Ga	31	69.72
錳	Germanium	Ge	32	72.60
砷	Arsenic	As	33	74.91
硒	Selenium	Se	34	78.96
溴	Bromine	Br	35	79.916
氪	Krypton	Kr	36	83.7
銣	Rubidium	Rb	37	85.44
銣	Strontium	Sr	38	87.63
鈳	Yttrium	Yt	39	88.92
鈷	Zirconium	Zr	40	91.22
鈷	Niobium	Nb		
(Columbium)	Cb	41	93.3	

\*本表以原子序數先後爲次，根據英國化學會雜誌 (Journal of the Chemical Society) 一九三四年四月所發表之原子量表編製。



## 萬 國 原 子 量 表(續前)

元 素 名	符 號	原 子 序 數	原 子 量	
鉬	Molybdenum	Mo	42	96.0
鈳	Ruthenium	Ru	44	101.7
銑	Rhodium	Rh	45	102.91
鈳	Palladium	Pd	46	106.7
銀	Silver	Ag	47	107.880
鎘	Cadmium	Cd	48	112.41
銦	Indium	In	49	114.76
錫	Tin	Sn	50	118.70
銻	Antimony	Sb	51	112.76
碲	Tellurium	Te	52	127.61
碘	Iodine	I	53	126.92
氙	Xenon	Xe	54	131.3
銣	Cesium	Cs	55	132.91
鋇	Barium	Ba	56	137.36
鐳	Lanthanum	La	57	138.92
鈳	Cerium	Ce	58	140.13
鐳	Praseodymium	Pr	59	140.92
釷	Neodymium	Nd	60	144.27
釷	Samarium	Sm	62	150.43
鈳	Europium	Eu	63	152.0
鐳	Gadolinium	Gd	64	157.3
鐳	Terbium	Tb	65	159.2
鐳	Dysprosium	Dy	66	162.46
釷	Holmium	Ho	67	163.5
鐳	Erbium	Er	68	165.20
鐳	Thulium	Tm	69	169.4
鐳	Ytterbium	Yb	70	173.04
鐳	Lutecium	Lu	71	175.0
鐳	Hafnium	Hf	72	178.6
鐳	Tantalum	Ta	73	181.4
鐳	Tungsten	W	74	184.0
鐳	Rhenium	Re	75	186.31
鐳	Osmium	Os	76	191.5
鐳	Iridium	Ir	77	193.1
鐳	Platinum	Pt	78	195.23
金	Gold	Au	79	197.2
汞	Mercury	Hg	80	200.61
鐳	Thallium	Tl	81	204.39
鉛	Lead	Pb	82	207.22
銻	Bismuth	Bi	83	209.00
釷	Radon	Rn	86	222.
鐳	Radium	Ra	88	225.97
鐳	Thorium	Th	90	232.12
鐳	Uranium	U	92	238.14

