

3  
015000  
3

中學各科綱要叢書

化

學

譚勤餘編譯

3  
16448  
3

商務印書館發行

中學各科綱要叢書

化

學

譚勤餘編譯

商務印書館發行

89515

## 編輯大意

編輯本書之目的，在應付高中以上各種專門學校之入學考試或高等檢定考試等之用，所有要點，概述無遺，以此心得應考，預卜名列前茅。

編輯本書時，特別注意次列五大要點：

1. 在短時期內能完成化學全部的應考準備。
2. 文字簡要，說明徹底而有系統，所有要點網羅殆盡。
3. 全書均用答案式，無論遇見何題，立可活用正確之解答。
4. 問題均可作代表或模範，可助應考之準備。

(問題之解答附於書末)

5. 在短時期內一讀本書，既可作應考之完全準備，亦可作平日學習化學之基礎。

通覽本書時，必可將化學知識全部整理，達到應考之目的。

# 目次

|                     |    |
|---------------------|----|
| 第一編 化學通論 .....      | 1  |
| 第一章 物質的變化 .....     | 1  |
| 第二章 物質變化的種類 .....   | 2  |
| 第三章 化合物 元素 .....    | 7  |
| 第四章 昇華 風化 潮解 .....  | 9  |
| 第五章 化學量的定律 .....    | 10 |
| 第六章 波義耳定律 .....     | 12 |
| 第七章 分子說 原子說 .....   | 14 |
| 第八章 分子量 原子量 .....   | 15 |
| 第九章 元素符號 化學式 .....  | 17 |
| 第十章 化學方程式 .....     | 20 |
| 第十一章 原子價 結構式 .....  | 22 |
| 第十二章 溶液 .....       | 24 |
| 第十三章 酸和鹼的定量 .....   | 26 |
| 第十四章 酸 鹼 鹽 中和 ..... | 28 |
| 第十五章 電解 電離 .....    | 31 |
| 第十六章 溶液的沸點和冰點 ..... | 35 |
| 第十七章 膠質 .....       | 37 |
| 第十八章 元素的週期律 .....   | 38 |
| 第二編 非金屬 .....       | 41 |
| 第一章 空氣 .....        | 41 |
| 第二章 氧 .....         | 42 |
| 第三章 燃燒 焰 .....      | 43 |
| 第四章 水 .....         | 44 |

|       |             |    |
|-------|-------------|----|
| 第五章   | 氫           | 46 |
| 第六章   | 碳           | 47 |
| 第七章   | 二氧化碳        | 49 |
| 第八章   | 一氧化碳        | 50 |
| 第九章   | 臭氧          | 51 |
| 第十章   | 過氧化氫        | 52 |
| 第十一章  | 氮           | 53 |
| 第十二章  | 氮化氫 鹽酸      | 55 |
| 第十三章  | 溴           | 56 |
| 第十四章  | 碘           | 57 |
| 第十五章  | 氟 氟化氫       | 58 |
| 第十六章  | 硫           | 60 |
| 第十七章  | 硫化氫         | 61 |
| 第十八章  | 二硫化碳        | 63 |
| 第十九章  | 二氧化硫        | 64 |
| 第二十章  | 三氧化硫        | 65 |
| 第二十一章 | 硫酸          | 66 |
| 第二十二章 | 氮           | 68 |
| 第二十三章 | 氨           | 69 |
| 第二十四章 | 氮的氧化物       | 70 |
| 第二十五章 | 硝酸          | 71 |
| 第二十六章 | 銨的化合物       | 73 |
| 第二十七章 | 磷           | 74 |
| 第二十八章 | 磷的化合物       | 75 |
| 第二十九章 | 砷和砷的化合物     | 77 |
| 第三十章  | 矽和矽的化合物     | 78 |
| 第三十一章 | 硼           | 80 |
| 第三編   | 金屬          | 81 |
| 第一章   | 總說          | 81 |
| 第二章   | 銅族元素(銅,銀,金) | 84 |

|      |                    |     |
|------|--------------------|-----|
| 第三章  | 鉑                  | 89  |
| 第四章  | 鐵族元素(鐵, 鈷, 鎳)      | 90  |
| 第五章  | 鉻及錳                | 95  |
| 第六章  | 錫族元素(錫, 鉛)         | 97  |
| 第七章  | 鋁                  | 100 |
| 第八章  | 鋅族元素(鎂, 鋅, 汞)      | 102 |
| 第九章  | 鹼土金屬(鈣, 鋇, 鎂)      | 105 |
| 第十章  | 鹼金屬(鈉, 鉀, 銻, 銣, 銨) | 108 |
| 第十一章 | 放射性元素(鐳, 鈾)        | 113 |
| 第四編  | 有機化合物              | 115 |
| 第一章  | 碳化氫                | 115 |
| 第二章  | 醇                  | 117 |
| 第三章  | 醚 醛                | 119 |
| 第四章  | 有機酸                | 121 |
| 第五章  | 酯 油脂類              | 123 |
| 第六章  | 醃                  | 125 |
| 第七章  | 煤焦油 苯衍生物           | 129 |
| 第八章  | 萘 蔥                | 132 |
| 第九章  | 烯萜 椴皮 樟腦           | 134 |
| 第十章  | 生物鹼                | 135 |
| 第十一章 | 蛋白質 尿素             | 136 |
| 第十二章 | 食物                 | 138 |
|      | 練習問題略解             | 139 |

# 化 學

## 第一編 化學通論

### 第一章 物質的變化

#### 1. 物體和物質

構成物體的實質，稱爲物質。

例：試驗管是由玻璃造成的，試驗管是物體，玻璃是物質。

#### 2. 物質的變化

物質的變化，可分爲二類：

物理變化：物質的實質不受變化的影響，去掉變化的原因，該物質仍恢復原狀，這稱爲物理變化。

化學變化：物質的實質起了變化，完全變成新的物質，這稱爲化學變化。

使物質起變化時所用的手段如下：

(1) 加熱 (例) 燃燒物質；由氯酸鉀製取氧等。

(2) 接觸 (例) 氨和氯化氫相遇，生成氯化銨；鋅和稀硫酸相遇，發生氫。

(3) 通電流 (例) 水或食鹽水等的電解。

(4) 此外還有日光、催化劑作用、打擊等。

#### 練 習 問 題

1. 物理變化和化學變化，如何區別？兩種變化每同時發生，舉例說明。
2. 試說出三種手段可以使物質起化學變化。

## 第二章 物質變化的種類

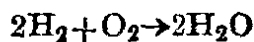
### 1. 化合

二種以上的物質結合成一種新物質時，這種化學變化稱爲化合。

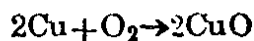
化合的通式： $A+B\rightarrow AB$

利用化合作用製成新物質的方法稱爲合成。

例：(1) 氫和氧化合，就生成水。



(2) 在空氣中熱銅，就生成氧化銅。

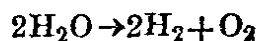


### 2. 分解

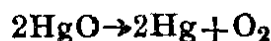
一種物質分開變成二種以上的新物質時，這種化學變化稱爲分解。

分解的通式： $AB\rightarrow A+B$

例：(1) 水被電解，就發生氫和氧。



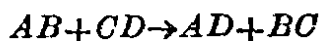
(2) 氧化汞被強熱，就發生氧和汞。



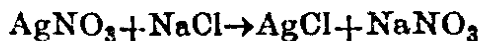
### 3. 複分解

二種以上的物質，把所含的成分互相交換，生成二種以上的新物質時，這種化學變化稱爲複分解。

複分解的通式： $AB+CD\rightarrow AC+BD$



例：(1) 硝酸銀水溶液和食鹽水作用，生成氯化銀和硝酸鈉。



(2) 食鹽和濃硫酸作用，生成硫酸鈉和氯化氫。

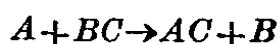


### 4. 取代

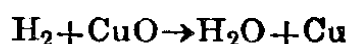


化合物的某一成分和他種物質交換時，這種化學變化稱爲取代。

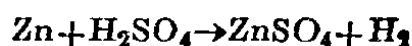
取代的通式： $A+BC\rightarrow AB+C$



例：(1) 氫可使氧化銅還原。



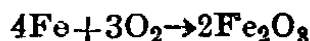
(2) 在稀硫酸中加鋅可發生氫。



### 5. 氧化

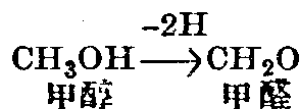
狹義的氧化：某物質和氧化合時的作用稱爲氧化，這是普通的氧化。

例：鐵在空氣中氧化成爲氧化鐵。

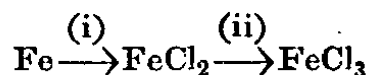


廣義的氧化：凡化學變化的結果，恰如氧素和某物質作用的一樣，概稱爲氧化。

例：(1) 含氫化合物中的氫全部或一部分失去。

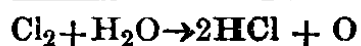
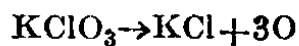


(2) (i) 單質變成陽離子；(ii) 陽離子的電荷(即原子價)增加。例如次式表示鐵先變成氯化亞鐵，更變成氯化鐵，就是鐵的氧化。



或  $Fe \quad Fe^{**} \longrightarrow Fe^{***} \text{ (離子式)}$

氧化劑：凡起氧化作用的物質，概稱爲氧化劑。能使他種物質氧化，同時自己就被還原。凡氧化劑的特性是容易放出氧，或容易和氫結合。



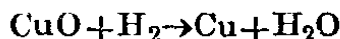
例：臭氧( $O_3$ )，氯酸鉀( $KClO_3$ )，硝石( $KNO_3$ )，硝酸( $HNO_3$ )，重鉻酸鉀( $K_2Cr_2O_7$ )，高錳酸鉀( $KMnO_4$ )，過氧化氫( $H_2O_2$ )，過氧化鈉( $Na_2O_2$ )，過氧化鉛( $PbO_2$ )，氯素( $Cl_2$ )，溴素( $Br_2$ )，碘素( $I_2$ )。

### 6. 還原

狹義的還原：氧化物所含的氧全部或一部分被奪去時，這種化學變化

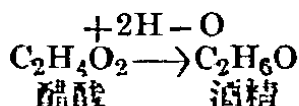
稱為還原。

例：在熱氧化銅上通過氫，銅就被還原。

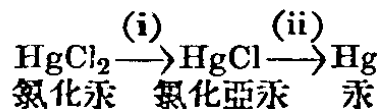


廣義的還原：凡化學變化的結果，恰如奪去氧素的一樣，概稱為還原。

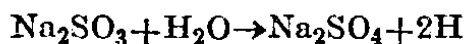
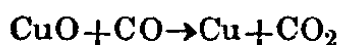
例：(1) 某物質和氧化合。



(2) (i) 陽離子減少原子價； (ii) 陽離子變成普通單質。

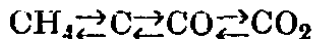


還原劑：凡能使他種物質還原的物質，稱為還原劑。他種物質被還原，同時自己常被氧化。凡還原的特性，就是和氧的結合力強，或容易放出氫的意思。



例：氫素( $\text{H}_2$ )，碳素(C)，一氧化碳(CO)，二氧化硫( $\text{SO}_2$ )，亞硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_3$ )，亞硫酸鈉( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )，鈉(Na)，鉀(K)，鎂(Mg)，鋁(Al)，二氯化錫( $\text{SnCl}_2$ )。

〔注意〕 氧化和還原是恰相反對的化學變化，可用下式來表示。從左方的物質漸變成右方的物質，是氧化；反過來，從右方的物質變成左方的物質，是還原。



## 7. 催化作用 催化劑

在化學變化時，有某種物質自身雖不起變化，但能使他種物質的化學變化容易進行，這種物質稱為催化劑(或接觸劑)；這種作用稱為催化作用。

例：(1) 二氧化錳是從氯酸鉀製氧時的催化劑。

(2) 鉑粉是二氧化硫和氧化合成硫酸酐時的催化劑。

(3) 糖化酵素是使澱粉化爲糖的催化劑。

(4) 鐵粉是氮和氫化合成氨的催化劑。

(5) 酸類是防止過氧化氫分解的催化劑 (這稱為負觸劑)。

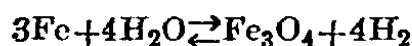
### 8. 可逆反應

凡化學反應隨變化時外界的狀況(溫度和壓力等),可向正反兩方面進行的,稱為可逆反應。

例:(1) 固態氯化銨發熱,就分解成氯化氫和氨;冷了,又復原合成氯化銨。



(2) 在紅熱的鐵粉中通入水蒸氣,就發生黑色氧化鐵和氫;反過來,在紅熱的黑色氧化鐵上通入氫,又可得水和鐵。



### 9. 解離 熱解離

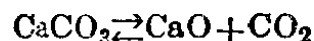
在可逆反應時,一種物質分解成數種物質,稱為解離。就是說解離是可逆的分解現象。

由熱作用而起的解離,特稱為熱解離。

例:(1) 上面的例(1)就是解離。



(2) 把碳酸鈣強熱,就分解成二氧化碳和生石灰;但是溫度低,兩方面又化合成碳酸鈣。



### 10. 化學平衡

可逆反應在某狀況時,不向那一方進行,好像停止的樣子,這稱為化學平衡;達到平衡狀態時,反應式兩邊物質有一定量的比例。

平衡狀態可因次列三條件而起變化:(1)溫度;(2)壓力;(3)濃度(即物質的量)。就是使溫度或壓力變化,反應即可向某方(正或反)進行,或加減反應式兩邊某一種物質的量,平衡就被破壞,反應就向減少物質方面進行。

### 11. 加水分解

化合物和水作用而分解的化學變化,稱為加水分解或簡稱水解。鹽類和有機化合物都可起這種作用。

(A) 鹽類的加水分解: 鹽類和水作用,分解成酸和鹼;其所生的酸

比鹼強時，溶液呈顯酸性；反之，鹼比酸強時，就呈顯鹼性。

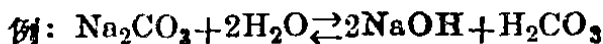
(1) 溶液呈酸性時



用水溶解硫酸鋁，就起水解作用，發生的硫酸是強酸，氫氧化鋁是弱鹼，所以溶液呈顯酸性。

此外如硫酸鋅( $\text{ZnSO}_4$ )，硫酸亞鐵( $\text{FeSO}_4$ )，硫酸銅( $\text{CuSO}_4$ )等，都屬於這一類。

(2) 溶液呈鹼性時

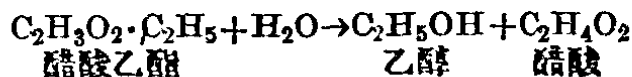


碳酸鈉的水溶液是鹼性；因為水解生成的氫氧化鈉是強鹼的緣故。此外如碳酸鉀( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )，醋酸鈉( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$ )，碳酸氫鈉( $\text{NaHCO}_3$ )等，都是這一類。

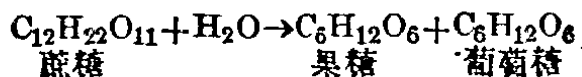
食鹽( $\text{NaCl}$ )，硫酸鈉( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )等，是強酸和強鹼結合成的鹽，所以不受水解作用。

(B) 有機化合物的加水分解：

(1) 有機酸之酯起加水分解時，發生有機酸和醇。



(2) 蔗糖藉酵素或稀酸的幫助，可以水解。



### 練 習 問 題

1. 舉例說明取代和複分解的區別。
2. 記出五種氧化劑和還原劑的名稱和化學式。
3. 氧化和還原常相伴而發生，舉例說明。
4. 硫酸銅和碳酸鈉的水溶液是酸性，抑是鹼性？說明理由。

## 第三章 化合物 元素

### 1. 化合物

二種以上的物質相化合而成的物質，或能分解成二種以上成分的物質，稱為化合物。

例：(1) 水( $H_2O$ )是氫和氧的化合物。

(2) 氯酸鉀( $KClO_3$ )是鉀、氯、氧的化合物。

### 2. 單質

不能由二種以上的物質合成，又不能分解成二種以上的物質，這稱為單質。

例：氫( $H_2$ )，氧( $O_2$ )，硫(S)等。

### 3. 元素

化合物含有可成單質的成分，這種成分物質，稱為元素。

例：水是氧和氫的化合物；但是水所含的氫和氧，和遊離狀態的氫氣和氧氣性質不同。水被分解，然後得氫氣和氧氣。氫氣和氧氣都可稱為單質；既成為水的成分，又可分解成單質氫或氧的成分，就是元素。

(注意)① 元素和單質有時意義相同。

② 單質僅含有一種元素；化合物是由二種以上的元素而成。

③ 現在已確實知道的元素將近有九十種。

### 4. 同素異形物

相同的元素結成幾種單質，元素雖同，性質不同時，這些單質稱為同素異形物。同素異形物的分子中所含的原子數不同。

例：(1) 氧( $O_2$ )和臭氧( $O_3$ )。

(2) 金剛石、石墨、和無定形碳素(木炭等)。

(3) 黃磷和紅磷。

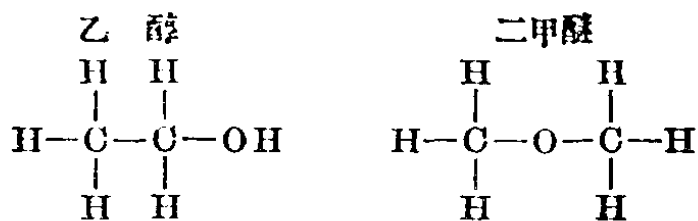
### 5. 異構物

分子式相同而性質不同的幾種化合物，稱為異構物。

例：(1) 乙醇和二甲醚(分子式都是  $C_2H_6O$ )。

(2) 果糖和葡萄糖(分子式都是  $C_6H_{12}O_6$ )。

異構物分子內的原子排列狀況不同。



### 練 習 問 題

1. 化合物和混合物的區別如何?

## 第四章 昇華 風化 潮解

### 1. 昇華

固體被熱時，直接變成汽(或稱蒸氣)，這汽冷了，又直接變成固體的現象，稱為昇華。

例：(1) 碘被熱變成紫色的碘汽，這碘汽遇着冷物，又直接變成晶體。

(2) 萘或樟腦等都有昇華性質。

[注意] 利用昇華作用，可以精製上例所舉的各物質。

### 2. 風化

含有結晶水的晶體，放在空氣中，結晶水漸漸散失，變成碎粉的現象，稱為風化。

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

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

### 3. 潮解

固體物質放在空氣中，吸收水分，漸漸變成濃濕的現象，稱為潮解。

例：氯化鈣( $\text{CaCl}_2$ )，氯化鎂( $\text{MgCl}_2$ )，三氯化鐵( $\text{FeCl}_3$ )，無水碳酸鉀( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )，苛性鉀( $\text{KOH}$ )等。

有潮解性的物質，可用作乾燥劑(或吸濕劑)。最普通用的乾燥劑是氯化鈣。

## 練習問題

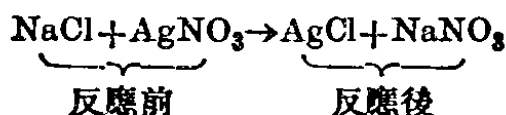
1. 記出昇華的意義。甚麼物質的精製法是利用昇華，舉例說明。
2. 固體苛性鈉，固體苛性鉀，結晶碳酸鈉等放在空氣中，起什麼變化？

## 第五章 化學量的定律

### 1. 質量不減定律

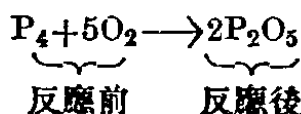
參加化學變化的物質，在變化的前後，性質雖有變化，但是質量的和，前後常相等，不增不減，這稱為質量不減定律。

例：(1) 在食鹽水溶液的瓶中，吊入裝有硝酸銀溶液的試管，把牠們的重量稱量記出來；然後把兩液混合，發生化學反應，再稱量看看，前後相等。



第 1 圖

2 把磷裝在小試管中，吊在玻璃瓶內，塞緊瓶口，秤過重量；然後由瓶底加熱，使磷燃燒，冷後，又稱量看看，前後相同。



### 2. 定比定律

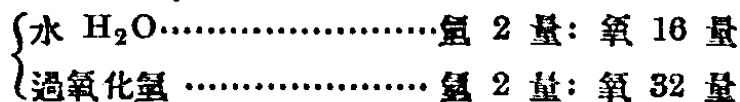
參與化學變化的各物質，牠們的質量常有一定的比例，決不改變，這稱為定比定律。

例：氫和氧化合成水時，常保持次列比例：(氧) 8 : (氫) 1 : (水) 9。  
若有那種物質的量比較多，化合後牠就剩下來。

### 3. 倍比定律

甲乙二元素化合成二種以上的化合物時，甲元素的量有一定，乙元素的量在各化合物中各不同，但是自己成為簡單的整數比，這稱為倍比定律。

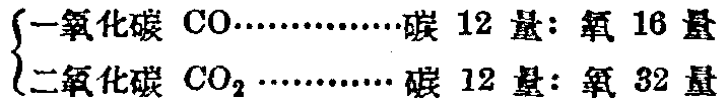
例：(1) 氧和氫可以化合成二種物質：



即對於氫 2 量所化合的氧量是： 16 : 32 = 1 : 2



(2) 碳和氧可化合成二種化合物：



即對於碳 12 量所化合的氧量是：16:32=1:2

4. 氣體反應定律

各種氣體相反應時，牠們的體積互相成爲簡單的整數比；又反應生成物若是氣體，牠們的體積和反應物質的體積也互相成爲簡單的整數比。

例：(1) 水生成時：

氧(1容積)：氫(2容積)→水蒸氣(2容積)；即1:2:2

(2) 氯化氫生成時：

氯(1容積)：氫(1容積)→氯化氫(2容積)；即1:1:2

(3) 氮生成時：

氮(1容積)：氫(3容積)→氮(2容積)；即1:3:2

練習問題

1. 記出倍比定律的條文，又用次列的分析結果來說明。

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

〔解〕 假定碳素爲1時，氧素的量：

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

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

∴ 氧素自身的比例是 2.66:1.33=2:1，就是成爲簡單的整數比。

2. 由次列百分重量組成計算而得的結果，說明倍比定律。

|            |        |
|------------|--------|
| (a) 氧 36.4 | 氮 63.6 |
| (b) 氧 53.3 | 氮 46.7 |
| (c) 氧 69.6 | 氮 30.4 |

## 第六章 波義耳定律

### 1. 波義耳定律(氣體的體積和壓力的關係):

溫度一定時，一定量的氣體的體積和壓力成反比例。假定壓力為  $P$  時氣體的體積為  $V$ ，壓力為  $P'$  時變成  $V'$ ，就得公式：

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

或  $PV = P'V' = \text{常數(一定不變)}$

### 2. 查理定律(氣體的體積和溫度的關係):

壓力一定時，一定量的氣體的體積和溫度成正比例。假定一定量的氣體在零度時的體積為  $V_0$ ，在  $t^\circ$  時變為  $V$ ，就得公式：

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

或  $\frac{V}{V_0} = \frac{273+t}{273}$

絕對溫度： $0^\circ$  (攝氏) =  $273^\circ$  (絕對溫度)

$t^\circ$  (攝氏) =  $273^\circ + t^\circ = T$  (絕對溫度)

若用絕對溫度表示查理定律，就更簡單：即是氣體的體積和絕對溫度成正比例。現在假定絕對溫度  $T$  和  $T'$  時的體積是  $V$  和  $V'$ ，就得公式：

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

### 3. 波義耳查理定律(氣體的體積和壓力、溫度的關係):

一定量的氣體的體積，和壓力成反比例，和溫度成正比例。假定絕對溫度  $T$ ，壓力  $P$  時氣體的體積是  $V$ ，絕對溫度變成  $T'$ ，壓力變成  $P'$  時，體的體積變成  $V'$ ，得公式：

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

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

## 4. 標準狀況

攝氏零度 (絕對溫度  $273^{\circ}$ )，壓力 760 毫米 (支持水銀柱高 760 毫米的壓力)，稱為標準狀況。

## 練習問題

1. 壓力 776 毫米，溫度  $20^{\circ}$  時，500 立方厘米(c.c.)的氣體，若改成標準狀況時，牠的體積是多少？

(解) 這問題可用波義耳查理定律來求解答：

| (壓力)   | (溫度)         | (絕對溫度)             | (體積)     |
|--------|--------------|--------------------|----------|
| 776 毫米 | $20^{\circ}$ | $273 + 20^{\circ}$ | 500 c.c. |
| ↓      | ↓            | ↓                  | ↓        |
| 760 毫米 | $0$          | $273^{\circ}$      | $V$      |

先就波義耳定理來說，假定溫度不變，壓力減少，那麼，體積應該增加，可得次式：

$$V = 500 \times \frac{776}{760} \dots\dots\dots(1)$$

其次就查理定律來說，假定壓力不變，體積和絕對溫度成正比例，這時候就應該減少，所以得次式：

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

凡氣體的化學計算問題，常和波義耳查理定律有關係，必定要應用熟習棧行。

2. 壓力 70 厘米，溫度  $27^{\circ}$  時，測得氫的體積有 200 c.c.，問在標準狀況時有若干？

3. 攝氏  $20^{\circ}$ ，壓力 2 氣壓時，1 升氮的重量有多少？

## 第七章 分子說 原子說

### 1. 分子說

(1) 分子：把物質細細分裂起來，我們想像可以分到最後仍有同一性質的微粒，這微粒稱為分子。

(2) 分子說：主張一切物質概是分子集合而成的學說，稱為分子說。分子說的要點如下：a. 物質是分子的集合體。b. 同一物質的分子、形狀、大小、質量都是相等的。c. 物質種類不同，分子也不同。d. 分子不能用機械方法再細分開。e. 分子破壞，就失掉該物質的特性。

### 2. 原子說

(1) 原子：分子可用化學方法來再分開成更小的微粒，這種更小的微粒，性質和分子不同叫做原子。原子是不能再分的，性質最穩定。

(2) 原子說：主張分子是由原子構成的學說，稱為原子說。原子說的大要如下：a. 原子是用化學方法不能再分的微小粒子。b. 同一元素，是由性質、形狀、大小、質量相等的原子集合成的。c. 元素的種類不同，原子也不同。d. 單質的分子是同種類的原子集合而成；化合物的分子是異種類的原子化合而成。e. 同素異形物的分子雖由同種類的原子而成，但是原子數不同。

### 3. 亞佛加德羅假說

凡氣體在同溫同壓時，同體積中的分子數都是相同的。由這個假說，可得下列兩種推論：

(1) 各種氣體在同容積時重量的比例，和各氣體分子1個的重量的比例相等。

(2) 利用這假說來求氣體反應定律的關係，可以知道氧、氫、氯等1分子是由2原子而成。

### 練習問題

1. 氧素1分子是由氧素2原子而成，根據什麼事實可以知道？

## 第八章 分子量 原子量

### 1. 分子量

分子量是表示分子的比較重量。普通用氧素的分子量 32 做標準。

### 2. 分子量的求法

氣體物質的分子量,用下列方法可以決定:

(1) 先求該物質對於同容積氧的重量比例,用 32 來乘就得。

$$\begin{aligned}\text{分子量} &= \frac{\text{氣體的重量}}{\text{同容積的氧的重量}} \times 32 \\ &= \text{對於氧素的比重} \times 32.\end{aligned}$$

(2) 氧素 32 克在標準狀況時佔有 22.4 升的容積。所以一切氣體物質在標準狀況時 22.4 升的重量,用克作單位來表示,所得的數值就是該氣體的分子量。這個方法就是利用亞佛加德羅假說作成的,因為同溫同壓同容積的氣體,含有相同的分子數,所以這時同容積的重量比例,就和分子的重量比例相等。

### 3. 克分子(摩爾)

物質的分子量用克作單位來表示時,稱為該物質的克分子或摩爾。

例: 氧素的分子量是 32,  $\therefore$  1 克分子 = 32 克。

氧素的 2 克分子 =  $32 \times 2$  克 = 64 克

一切氣體物質的 1 克分子在標準狀況時佔有 22.4 升。

### 4. 原子量

表示原子的比較重量的數值,稱為原子量。普通用氧原子量等於 16 來作標準。

### 5. 原子量的求法

例如就氧素而言,採取多數氧素的化合物,測定各化合物一分子量中所含的氧量,求這些氧量的數值的最大公約數。

| 物 質     | 分 子 量 | 1 分 子 量 中<br>所 含 氧 的 量 |
|---------|-------|------------------------|
| 氧 素     | 32    | 32                     |
| 水       | 18    | 16                     |
| 一 氧 化 碳 | 28    | 16                     |
| 二 氧 化 碳 | 44    | 32                     |

由上表第三欄求得最大公約數是 16,這就是氧的原子量。所以原子量的定義如下:

某元素的原子量,就是含有該元素的一切化合物 1 分子量中該元素重量的最大公約數。

### 練 習 問 題

1. 分子量和氣體比重的關係如何?
2. 某氣體在標準狀況時,容積有 8.2 升,重量有 16.1 克,問牠的分子量有若干?

[解] 先求同容積的氧素的重量 =  $\frac{32}{22.4} \times 8.2$

$$\therefore \text{分子量} = \frac{6.1}{\frac{32}{22.4} \times 8.2} \times 32 = 44 \dots\dots\dots (\text{答})$$

[又法] 這氣體 22.4 升的重量是

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

3. 有某氣體,在標準狀況時,牠的 5 升重量是 8.145 克,問牠的分子量多少?

## 第九章 元素符號 化學式

### 1. 元素符號

(1) 元素符號是代表元素的名稱和1原子量。

(2) 元素符號用拉丁字的第一字母；二種元素的第一字母相同時，附加另一字母作區別。

| 拉 丁 名       | 元 素 符 號 | 符 號 表 示 的 事 項 |
|-------------|---------|---------------|
| Hydrogenium | H       | 氫 素 1 量       |
| Oxygenium   | O       | 氧 素 16 量      |
| Carbonium   | C       | 碳 素 12 量      |
| Chlorum     | Cl      | 氯 素 35.5 量    |

### 2. 實驗式

用元素符號作式，簡單表示物質的組成（成分、元素和元素的比例），這稱為實驗式。

(1) 實驗式有時和分子式相同，有時要若干倍實驗式纔成為分子式。

(2) 普通難測定分子量的物質常用實驗式來表示。

例：

| 物 質     | 實 驗 式            | 分 子 式                         |
|---------|------------------|-------------------------------|
| 水       | H <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O              |
| 過 氧 化 氫 | HO               | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> |
| 苯       | CH               | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> |

### 3. 實驗式的決定法

- (1) 由實驗先決定物質的組成。
- (2) 用原子量除各組成而得商，再把這些商改換成整數比(原子數的比例)。
- (3) 在各組成的元素符號右下角附記這些比例數值就得了。

例：某物質的組成如次，問實驗式如何？

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

$$\left. \begin{array}{l} \text{碳素}(C=12) = \frac{40}{12} = 3.3 \\ \text{氫素}(H=1) = \frac{6.6}{1} = 6.6 \\ \text{氧素}(O=16) = \frac{53.4}{16} = 3.3 \end{array} \right\} \dots\dots\dots 3.3:6.6:3.3=1:2:1$$

(原子數的比例)

∴ 實驗式是 CH<sub>2</sub>O

#### 4. 分子式

用元素符號作成一式，表示物質的組成和分子量，這稱為分子式。

例： 氫 = H<sub>2</sub>      氧 = O<sub>2</sub>      水 = H<sub>2</sub>O  
 一氧化碳 = CO      硫酸 = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      硝酸 = HNO<sub>3</sub>

實驗式和分子式總稱為化學式。

#### 5. 分子式的決定法

- (1) 由實驗先決定組成和分子量。
- (2) 由組成求實驗式。
- (3) 用實驗式所含各原子量的和來除分子量，所得的商，用來乘實驗式即得。

例：就上面所說實驗式決定法中的例題而言，假若該物質的分子量是60，問牠的分子式？

〔解〕 假定這物質的分子式是 (CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>，則 (CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> = (12+2+16)<sub>n</sub> = 30<sub>n</sub>

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

#### 6. 分子式的利用

- (1) 物質由甚麼元素甚麼比例來構成，可以從分子式推出來。



(2) 由分子式可以計算分子量。即求出分子式中所含各元素的原子量的和,就知道牠的分子量。

例: 硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )的分子量

$$\begin{array}{r} \text{H}_2 = 1 \times 2 = 2 \\ \text{S} = 32 \times 1 = 32 \\ \text{O}_4 = 16 \times 4 = 64 \quad + \\ \hline \therefore \text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \end{array}$$

3. 由分子式可計算百分組成,就是用該物質 100 量來和分子式中所含各元素的量作配分比例。

例: 求硫酸的百分組成。 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$

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

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

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

4. 由分子式可計算氣體物質的重量。氣體物質 1 克分子在標準狀態時佔 22.4 升的容積,所以由分子量可推算該氣體任意體積的重量。

例: 求二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ ) 1 升 (標準狀況) 的重量。

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

二氧化碳 44 克佔有 22.4 升,所以 1 升的重量是

$$44 \div 22.4 = 1.964 \text{ 克。}$$

### 練習問題

1. 取某有機化合物 0.1502 克,使牠燃燒,生成水 0.1052 克,二氧化碳 0.5077 克。試求此物質的分子式。但此物的分子量是 78。

2. 空氣在標準狀況時, 1 升的重量是 1.293 克。問次列各氣體對於空氣的比重? (a) 沼氣 (b) 氯氣 (c) 過氧化氫 (d) 二氧化碳。

## 第十章 化學方程式

### 1. 化學方程式

用分子式、實驗式和化學符號等簡單表明化學變化的式子，稱為化學方程式。

(1) 化學方程式所表示的事項如下：

- a. 和化學反應有關係的各物質的名稱。
- b. 和化學反應有關係的各物質的重量比例是一定的。(定比定律)
- c. 式左右兩邊的原子數是相等的(質量不減定律)。
- d. 反應物是氣體，那麼，式中的係數是表示體積的比例。(氣體反應定律)

(2) 決定係數的方法 由觀察來決定係數；或用代數的方法來推求。例如用代數的方法求次式的係數：

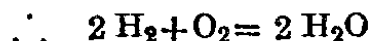


因各原子數左右兩邊相等，

$$\therefore \text{H 是 } 2x = 2z \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{O 是 } 2y = z \dots\dots\dots(2)$$

現在假定  $y=1$   $\therefore x=z=2$



(若求得的係數是分數時，應該換算成整數)。

### 2 由化學方程式所得的計算問題

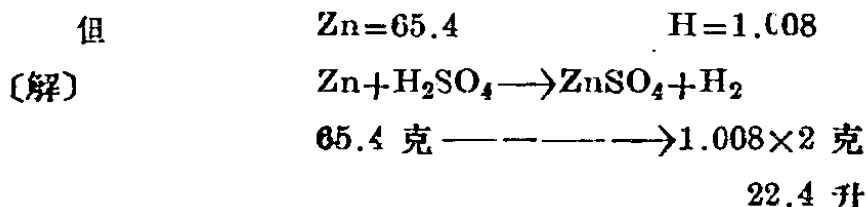
化學方程式是表示化學反應前後所有質量關係和體積關係。

(1) 由一定量的反應物質，可以決定生成物質的質量或氣體的體積。

(2) 要想製得一定量的反應生成物或一定體積的氣體，可以推算反應物質(即原料)的必須量。

(注意) 1克分子的氣體，在標準狀況時，佔有 22.4 升的容積。此點須記牢。

例：(1) 求生成物的量 將 32.7 克鋅投入稀硫酸，可發生幾克氫？又氫的體積如何？

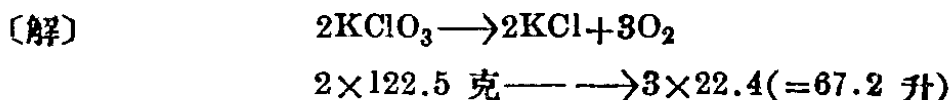


由上式知道 65.4 克鋅可生 1.008×2 克(即 1 摩爾的體積 22.4 升)氫；

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

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

例：(2) 求原料的量 要想製得氧在標準狀況時有 10 升，問要用幾克氯酸鉀？



由上式知道 245 克氯酸鉀可生 67.2 升氧；

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

### 練習問題

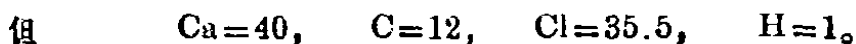
1. 把銅屑和硝酸作用時，反應式如下：



試就化學的見地求出這式中的未知係數。

2. 要想製造氫，在 18 度 769 毫米時，能夠充滿容量為 5 升的容器，問需用鋅和硫酸各幾克？

3. 用含有 20% HCl 的鹽酸和 100 克大理石作用，使大理石完全分解，需用鹽酸若干？



# 第十一章 原子價 結構式

## 1. 原子價

某元素1原子量能够和氫素幾原子量化合或取代時，所需氫原子的數稱爲該元素的原子價。

例：就 HCl, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> 等而言，Cl 是1價，O 是2價，N 是3價，C 是4價。同一元素有時可成原子價不同的幾種化合物。例如下列的 (B) 就是的。

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

## 2 當量(化學當量)

某元素能够和氫素1原子量化合或取代時，該元素的量稱爲當量。

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

若用克作單位時稱爲克當量。

|   | 物 質 | 原 子 量 | 原 子 價 | 當 量                    |
|---|-----|-------|-------|------------------------|
| 例 | 氫   | 1.008 | 1     | $1.008 \div 1 = 1.008$ |
|   | 氧   | 16.00 | 2     | $16.00 \div 2 = 8$     |

|   |       |   |                        |
|---|-------|---|------------------------|
| 鋅 | 65.38 | 2 | $65.38 \div 2 = 32.69$ |
| 碳 | 12.00 | 4 | $12.00 \div 4 = 3$     |

### 3. 結構式

表示物質分子內原子結合形狀的式，稱為結構式。結構式的作法，是照原子價的價數，在分子式中各元素符號傍畫若干線來互相聯絡，就得了。

| 例： | 物質 | 分子式       | 結構式                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 水  | $H_2O$    | $H-O-H$                                                                                                                                                                                                                                             |
|    | 氨  | $NH_3$    | $\begin{array}{c} /H \\ N-H \\ \backslash H \end{array}$                                                                                                                                                                                            |
|    | 硝酸 | $HNO_3$   | $H-O-N=O$ $\quad \quad \quad \parallel$ $\quad \quad \quad O$                                                                                                                                                                                       |
|    | 硫酸 | $H_2SO_4$ | $\begin{array}{c} H-O \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad S \\ \quad \quad \quad \diagup \\ H-O \end{array} \begin{array}{c} O \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad O \\ \quad \quad \quad \diagup \\ O \end{array}$ |
|    | 碳酸 | $H_2CO_3$ | $\begin{array}{c} H-O \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad C=O \\ \quad \quad \quad \diagup \\ H-O \end{array}$                                                                                                                      |

### 4. 基(根)

二種以上的元素結成一團，在化學變化時，由一物質移入他一物質，恰如一個元素的狀態，這種原子團特稱為基或根。各種基也有一定的價，和元素的原子價相當。

|    |   |        |               |               |              |
|----|---|--------|---------------|---------------|--------------|
| 例： | { | 1價基(根) | 氫氧基(OH)       | 硝酸根( $NO_3$ ) | 銨根( $NH_4$ ) |
|    |   | 2價基(根) | 硫酸根( $SO_4$ ) | 碳酸根( $CO_3$ ) |              |
|    |   | 3價基(根) | 磷酸根( $PO_4$ ) |               |              |

〔注意〕 基和根的意義大致相同，但是根是常指帶電性的基而言。

## 練習問題

- 舉例說明元素的原子價的推定法。
- 把 20 克鋅投入鹽酸中，若溫度是  $12^\circ C$ ，壓力是 748 毫米，生成 7.28 升氫時，問鋅的當量是若干？

## 第十二章 溶液

### 1. 溶液

物質和他種液體相混，全部成均勻的液體時，這種作用稱爲溶解；生成的液體稱爲溶液。被溶解的物質稱爲溶質（氣體、液體、固體都有）；用來溶解他物的液體，稱爲溶劑。

### 2. 濃度

溶液中溶質和溶劑的量的比例，稱爲濃度。表示濃度的單位有下列數種：

(1) 百分比(%) 溶液 100 分中含有溶質的量。

例：食鹽水 100 克中含 10 克食鹽時，稱爲 10% 的濃度。

(2) 摩爾(mol) 溶液 1 升(1000 立方厘米)中所含溶質的克分子數。

例：稀硫酸 1 升中含有硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )98 克時，稱爲 1 摩爾。含有 196 克時，稱爲 2 摩爾 ( $98 \times 2 = 196$ )。

(3) 規定(當量)(normal, 略號  $N$ ) 溶液 1 升中含有 1 克當量的溶質時，稱爲 1 規定(1 $N$ )；含有  $n$  克當量時，稱爲  $n$  規定 ( $nN$ )。

例：酸鹼的當量，可參考第十三章第 1 項。

A. 鹽酸 1 升中含有氯化氫( $\text{HCl}$ )36.5 克時爲 1 規定液。

B. 稀硫酸 1 升中含有硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )98 克時爲 2 規定液。含有  $\frac{98}{2} = 49$  時爲 1 規定液。

C. 苛性鈉 1 升中含有氫氧化鈉( $\text{NaOH}$ )40 克時爲 1 規定液。含有 20 克時爲  $0.5 \left(\frac{1}{2}\right)$  規定液。

### 3. 溶度

在某溫度時，飽和溶液的 100 分溶劑中所含溶質的量，稱爲該溫度時該溶質的溶度。

固體的溶度普通是隨溫度的上昇而增加(但也有減少的,例如消石灰)。氣體的溶度恰相反,溫度愈上昇愈減少;但和壓力成正比例,壓力大則溶度也大。

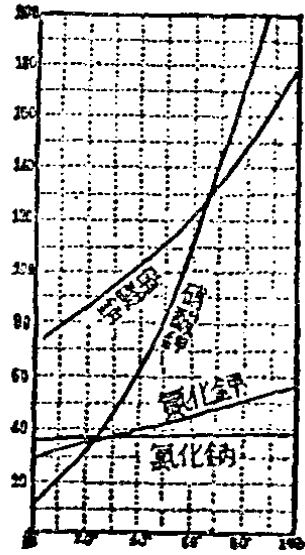
4. 溶度曲線

溶度隨溫度的昇降而變化,這變化可用曲線來表示,稱為溶度曲線。

- (1) 用橫軸表示溫度  
(0°, 10°, 20°, 30°, ……)
- (2) 用縱軸表示溶度  
(0, 10, 20, 30, 40, ……)
- (3) 觀察縱軸和橫軸,可知溫度幾度時溶度是若干。右圖是用水作溶劑時的曲線。

練習問題

- 1 有食鹽水 20 立方厘米。含有 2.34 克食鹽。問是幾摩爾的溶液?
- 2 30% 的苛性鈉溶液有幾摩爾的濃度?但這溶液的比重是 1.332。
- 3. 20% 的鹽酸比重是 1.10。算出牠的濃度。



第 2 圖 溶度曲線

## 第十三章 酸和鹼的定量

### 1. 酸和鹼的當量

生成中性鹽時所必需的酸和鹼的量，稱為互成當量，用克作單位時，稱為克當量。

一鹼度酸(HCl, HNO<sub>3</sub>)或一酸度鹼(KOH, NaOH)的1分子量，用作當量。所以二鹼度酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)，二酸度鹼(Ca(OH)<sub>2</sub>)的1分子量是2當量。

例： 鹽酸的1當量                      HCl = 36.5

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

苛性鈉的1當量                      NaOH = 40

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

即溶液1升中含有溶質幾當量，用這克當量的數來表示的濃度，便是規定。

### 2. 定量法

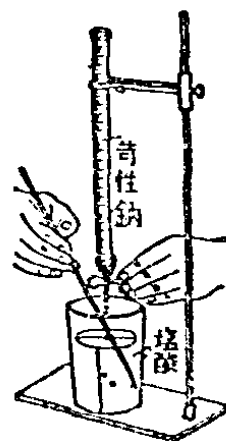
原理： 由當量的定義而言，酸和鹼中和時，牠們的當量數是相等的。

現在假定有  $N$  規定的酸  $V$  c.c. 和  $N'$  規定的鹼  $V'$  c.c. 中和，可得次列的關係式：

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

就是中和時所需酸和鹼的體積，是和牠們的濃度成反比例。

方法： 用量管 (pipette) 在未知濃度的酸(或鹼)溶液中，各取一定體積，放入玻璃燒杯中，加入指示藥一、二滴；另將已知濃度的鹼(或酸)裝入滴定管，緩緩滴下，觀察指示藥的變色，由滴定管的刻度，可知中和



第3圖 滴定法



時所要的體積，由此算出未知溶液的濃度。用 1 規定的鹼液來測定酸的量時，稱為酸定量；用 1 規定的酸液來測定鹼的量時，稱為鹼定量。

| 指 示 藥   | 遇 酸 時 | 遇 鹼 時 |
|---------|-------|-------|
| 酚 酞 試 藥 | 無 色   | 紅     |
| 石 蕊 試 藥 | 紅     | 藍     |
| 甲 基 橙   | 紅     | 黃     |

計算：

例：(1) 取濃度未知的鹽酸 10 c.c.，滴加石蕊液作指示藥，用  $\frac{1}{10}$  規定的苛性鈉溶液 25 c.c.，恰使牠中和，問此鹽酸的濃度如何？

(解)  $NV = N'V'$

$$N' = \frac{1}{10} \text{ 規定} \qquad V' = 25 \text{ c.c.}$$

$$N = x \qquad V = 10 \text{ c.c.}$$

$$\therefore 10x = \frac{1}{10} \times 25 \qquad \therefore x = 0.25 \text{ 規定} \dots\dots\dots (\text{答})$$

例：(2) 又上題鹽酸溶液 10 c.c. 中所含的氯化氫有若干？

(解) 鹽酸 1 規定液 1 升中含有氯化氫 36.5 克，所以 0.25 規定液 10 cc 中所含的氯化氫量是

$$36.5 \text{ 克} \times 0.25 \times \frac{10 \text{ c.c.}}{1000 \text{ c.c.}} = 0.09125 \text{ 克}$$

### 練 習 問 題

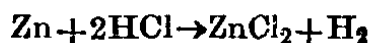
1. 有濃度不明的苛性鈉溶液 50 c.c.，用 5 規定硫酸 30 c.c. 中和牠。問這苛性鈉溶液的濃度和量各若干？
2. 在 1 規定苛性鈉溶液 100 c.c. 中，加石蕊液作指示藥，另入 6% 的稀硫酸 100 克時，問石蕊試藥能變紅否？試用計算法來說明。
3. 有濃度 10% 的苛性鈉溶液 8 克，用  $\frac{1}{2}$  規定的鹽酸來中和牠，問要幾 c.c.？但  $\text{Na} = 23$ ,  $\text{Cl} = 35.5$ 。

## 第十四章 酸 鹼 鹽 中和

### 1. 酸

酸的性質： 酸的性質如次：

- (1) 水溶液有酸味。
- (2) 有酸性反應(藍石蕊紙變紅)。
- (3) 含有可被金屬元素取代的氫原子。



例：鹽酸(HCl) 硝酸(HNO<sub>3</sub>) 硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 磷酸(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)  
硼酸(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)

酸的分類： 由酸1分子中所含可被金屬元素取代的氫原子數來分類，  
稱爲一鹼度酸、二鹼度酸、三鹼度酸等。

例： 一鹼度酸……鹽酸(HCl) 硝酸(HNO<sub>3</sub>)  
二鹼度酸……硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 碳酸(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)  
三鹼度酸……磷酸(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) 硼酸(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)

酸的強弱： 依據電離說，酸是在水溶液中可生氫離子 H<sup>+</sup> 的物質；在  
濃度相同的溶液中，發生氫離子的量愈多時，酸愈強。

例： 強酸……鹽酸、硝酸、硫酸。  
弱酸……磷酸、碳酸、醋酸、硫化氫。

### 2. 鹼(鹽基)

鹼的性質： 鹼的性質如次。但有時總名稱爲鹽基，能成水溶液者始稱  
爲鹼。

- (1) 金屬的氫氧化物。
- (2) 水溶液有鹼性(紅石蕊紙變藍)。
- (3) 容易和酸化合而生鹽和水。

例： 苛性鈉(NaOH) 苛性鉀(KOH) 消石灰(Ca(OH)<sub>2</sub>)

鹼的分類： 由鹼1分子中所含氫氧基的數來分類，稱爲一鹼度鹼、二

酸度鹼等。

例： 一酸度鹼……苛性鈉(NaOH) 苛性鉀(KOH)

二酸度鹼……氫氧化鈣(消石灰) $Ca(OH)_2$

三酸度鹼……氫氧化鋁 $Al(OH)_3$

鹼的強弱： 依據電離度，鹼是在水溶液中發生氫氧離子  $OH^-$  的物質。在濃度相同的溶液中，氫氧離子的濃度愈大，鹼就愈強。

例： 強鹼……苛性鈉 苛性鉀 石灰水

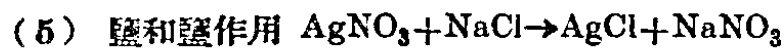
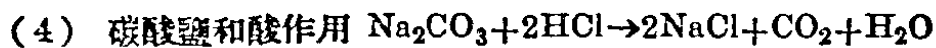
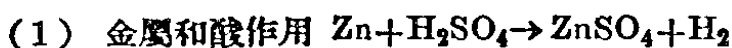
弱鹼……氨水

### 3. 鹽

鹽的定義： 酸中的氫一部分或全部被金屬取代時生成的物質叫做鹽。

例： 食鹽(NaCl) 硝石( $KNO_3$ ) 碳酸氫鈉( $NaHCO_3$ )

鹽的製法：



鹽的種類：

(1) 中性鹽(正鹽) 酸中的氫原子全部被金屬取代而成的鹽。

例： 碳酸鈉( $Na_2CO_3$ ) 碳酸鉀( $K_2CO_3$ )

(2) 酸性鹽(酸式鹽) 酸中的氫原子一部分被金屬取代，一部分剩留時的物質。

例： 酸性硫酸鈉( $NaHSO_4$ )

酸性碳酸鈉( $NaHCO_3$ )

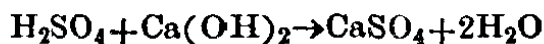
(3) 鹼性鹽(鹼式鹽) 鹼中的氫氧基一部分被酸取代，一部分剩留時的物質。

例： 鹼性氯化鎂( $Mg(OH)Cl$ )

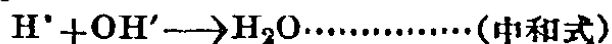
(注意) 中性鹽、酸性鹽、鹼性鹽的分類，非表示牠們的性質是中性、酸性、鹼性，僅僅是由分子式來分類罷了。

### 4. 中和

酸和鹼作用，生成正鹽和水的化學變化，稱為中和。

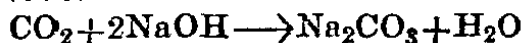
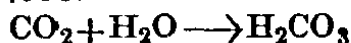
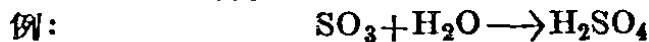


依電離說，中和作用是酸的氫離子  $\text{H}'$  和鹼的氫氧離子  $\text{OH}'$  結合成水時的化學變化。

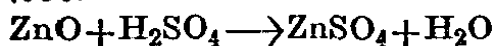


### 5. 二種氧化物

酸性氧化物(酸酐)：溶解於水時成酸，或使鹼中和而生鹽的氧化物，稱為酸性氧化物或酸酐。非金屬氧化物多屬於此類。



鹼性氧化物：和水化合而生鹼，或使酸中和而生鹽的氧化物，稱為鹼性氧化物。金屬氧化物多屬於此類。



### 練 習 問 題

1. 中和 180 克氫氧化鉀，所要氯化氫的重量是若干？
2. 使 10% 的鹽酸 20 克中和時要幾克苛性鈉？
3. 100 分中含有 21 分硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )的稀硫酸(比重 1.155) 10 c.c., 要若干苛性鈉才能中和牠？

## 第十五章 電解 電離

### 1. 電解質

溶液或熔解狀態的物質，能夠通過電流，發生化學變化而分解的作用，稱為電解。能夠分解的物質稱為電解質；否則稱為非電解質。

例： 電解質……酸、鹼、鹽。

非電解質……水和多數有機化合物(如蔗糖、澱粉、酒精等)。

### 2. 電離(或稱游離)

(1) 電解質在水溶液中必有若干部分分離為二成分而存在。一成分帶陽電，他一成分就帶陰電。係這樣分離成帶電的二成分，稱為電離。

(2) 一成分所有的電量恰和他一成分所有的電量相等。

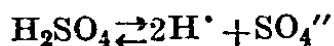
(3) 由電離生成的帶電成分，稱為離子(或游子)；帶陽電的稱為陽離子(或陽向游子)(符號是 $'$ 或 $+$ )；帶陰電的稱為陰離子(或陰向游子)(符號是 $'$ 或 $-$ )。

(4) 陰陽離子依物質的種類而各有一定(見下)。又所帶的電量和原子價或根價成比例；照價數記( $'$ )或( $'$ )在原子符號的右肩，就是離子。

A. 陽離子……金屬元素、氫根( $H'$ )、氨根( $NH_4'$ )等。

B. 陰離子……非金屬元素、氫氧根( $OH'$ )、硝酸根( $NO_3'$ )、硫酸根( $SO_4''$ )等。

例： 鹽酸、硫酸、苛性鈉的電離，用離子式表示如次：



上面所說的思想，就是所謂電離說。

### 3. 離子的色

電解質在水溶液中分離成離子而存在，所以溶液所顯的色，多是由離子的色而來。

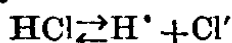
主要有色離子的性狀表

| 離子名   | 符 號                 | 色   | 特 性                |
|-------|---------------------|-----|--------------------|
| 高錳酸離子 | MnO <sub>4</sub> '  | 紅 紫 | 淡水溶液中加入有機物而熱之紅紫色消失 |
| 重鉻酸離子 | CrO <sub>7</sub> '' | 橙 紅 | 加醋酸鉛起黃色沈澱          |
| 亞鐵離子  | Fe''                | 淡 綠 | 能使赤血鹽溶液變深藍色        |
| 銅 離 子 | Cu''                | 紫   | 加氨水變紫色             |
| 鎳 離 子 | Ni''                | 藍 綠 |                    |
| 鈷 離 子 | Co''                | 淡 紅 |                    |
| 錳 離 子 | Mn''                | 肉 色 |                    |

## 4. 電解的說明

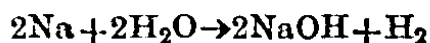
電解質在水溶液中發生陰陽兩離子，所以插入電極，通過電流時，陽離子被陰極吸引，陰離子被陽極吸引，所帶的電各和極中和，變成普通的單質或化合物而放出。若放出的物質能和電極或水作用，又變成新化合物。

例：(1) 氫氯酸的電解 在水溶液中起電離：



在這水溶液中通電流時，H' 被陰極吸引，中和了，變成氫氣 H<sub>2</sub>；Cl' 被陽極吸引，中和了，變成氯氣 Cl<sub>2</sub>，各從兩極放出來。

例：(2) 食鹽的電解  $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}' + \text{Cl}'$  陽極發生氯氣。陰極方面 Na' 的電中和了，即刻和水作用；



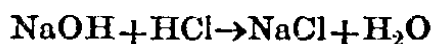
所以陰極方面放出氫氣，同時生成氫氧化鈉。

## 5. 中和的說明

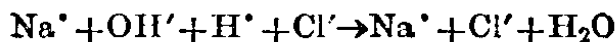
依電離說，中和作用是酸中的 H' 和鹼中的 OH' 結合成水 H<sub>2</sub>O 的現象。所以凡是中和都可用下式來表示：



例：苛性鈉和鹽酸中和



用離子式來表示如次：



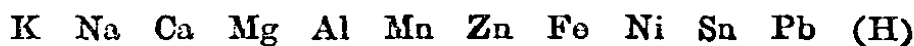
$\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}'$  沒有變化，仍保持離子狀態，可略而不論，所以中和式是



### 6. 電離傾向(或稱電化元素序)

凡單質溶解到水中時，常有化爲離子的傾向。這稱爲電離傾向或電化元素序。電離傾向有大小，現在由大而小，列舉如次：

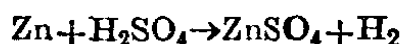
#### (1) 金屬的電化元素序：



#### (2) 非金屬的電化元素序：



例：(1) 在稀酸中加鋅，就發生氫。

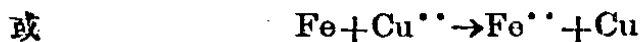
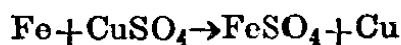


用離子式表示：

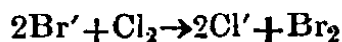


這就是  $\text{Zn}$  的電化元素序比  $\text{H}$  的大，所以鋅自身變成離子，溶解到溶液中去，結果氫離子在鋅所含的雜質上放電，變成單質。

2 把鐵放入硫酸銅溶液中，銅就析出而附在鐵面上。這因爲銅的電化元素序比鐵的小所致。



3 在溴化鉀溶液中通入氯素，溴素就遊離而出。這因爲溴的電化元素序不及氯的大所致。



### 7. 電解定律 (法拉第定律)

(1) 由電解作用，使物質從電極析出的量，和電解質中通過的電量成正比例。

(2) 電量相同時，電極所析出的物質量和牠的化學當量成正比例。

例：在硫酸銅溶液中通入電流，陰極方面析出 1 克銅；陽極方面所生的氧，在標準狀況時，體積是若干？但  $\text{Cu}=63.6$ 。

〔解〕 化學當量……銅是  $\frac{63.6}{2}=31.8$ ；氧是  $\frac{16}{2}=8$ 。

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

∴ 氧的體積是  $22.4 \text{ 升} \times \frac{8}{32 \times 31.8} = 0.176 \text{ 升} \cdots \cdots$  (答)

### 練 習 問 題

1. 用離子式表示下列各物質的化學變化：
  - a. 硫酸銅的水溶液中通入硫化氫；
  - b. 硫酸銅的水溶液中投入磨光的鐵釘；
  - c. 三氯化鐵的水溶液中加苛性鉀的水溶液。
2. 說明下列各離子式的意義：
 

|                                                                          |                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| a. $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ;          | b. $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgCl}$           |
| c. $\text{Pb}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Pb} + \text{Zn}^{2+}$ ; | d. $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$ |
3. 在硫酸銅的水溶液中插入鉑極，通過電流時，發生什麼變化？
4. 用電滲說說明水的電解。



## 第十六章 溶液的沸點和冰點

### 1. 溶液的沸點和冰點

溶劑的沸點和冰點雖各有一定，但是加入溶質時，沸點會上昇，冰點會下降。溶劑的沸點和溶液的沸點所生的差，稱為沸點上昇；冰點的差，稱為冰點下降。

### 2. 定律

與溶液的沸點和冰點有關係的定律如次：

(1) 稀淡溶液的沸點上昇和冰點下降，是和牠的濃度成正比例。

(2) 在一定量的相同溶劑中，把同克分子量的各物質溶解而成的溶液，牠的沸點上昇和冰點下降，是隨溶劑的種類而各有一定，和溶質的種類沒有關係。

例：各物質（限於非電解質）1克分子溶解到100克水中時，沸點上昇是 $5.2^\circ$ ，冰點下降是 $18.5^\circ$ ，常是一定不變的。

### 3. 難汽化的物質的分子量測定法

依溶液的沸點及冰點有關係的定律，取一定量的溶質（非電解質）溶解到一定量的溶劑中，測定牠的沸點上昇和冰點下降，可算出該溶質的分子量。

〔公式〕依定律(1)及(2)，假定溶質的分子量為 $M$ ，水100克中含有溶質 $m$ 克，這溶液的沸點上昇為 $t$ ，冰點下降為 $t'$ ，那麼，溶質的分子量可照次式算出來：

$$\begin{aligned} \text{沸點上昇時} \quad M:m &= 5.2:t \\ \therefore M &= \frac{5.2 m}{t} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{冰點下降時} \quad M:m &= 18.5:t' \\ \therefore M &= \frac{18.5 m}{t'} \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

例：在25克水中溶解0.86克蔗糖，測知冰點下降為 $0.187^\circ$ ；算出

蔗糖的分子量。

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

代入公式  $M = \frac{18.5}{t'} m$  中,

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

〔注意〕 由沸點上升或冰點下降所求得的分子量不十分正確，所以要參照分析結果，纔可決定正確分子量。例如據分析結果，蔗糖的實驗式是  $C_{12}H_{22}O_{11} = 342$ ，所以分子量應為這數的整數倍，就是蔗糖的正確分子量是和 343 相近的 342，牠的分子式是  $C_{12}H_{22}O_{11}$  無疑。

## 第十七章 膠質

### 1. 膠質

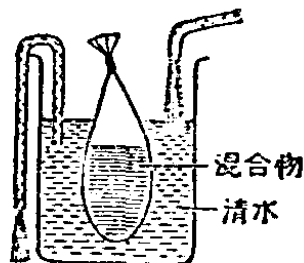
溶液的溶質(例如食鹽)能透過硫酸紙或膀胱膜時,這類溶質稱為結晶質;不能透過的溶質(例如澱粉),稱為膠質;膠質的溶液稱為膠質溶液。

例: 結晶質……………食鹽、鹽酸、蔗糖。

膠質……………矽酸、澱粉、石花菜膠。

### 2. 透析(滲透分析)

用硫酸紙或膀胱膜的袋作為透析器,把結晶質和膠質的混合溶液裝入其中,浸袋入純水內,時時更換袋外的純水,膠質剩留袋中,結晶質可以洗去,這種分離法,稱為透析法或滲透分析法。



第4圖 透析法

### 3. 膠質溶液的性質

(1) 動植物的薄膜幾乎不能透過。

(2) 幾乎沒有沸點上昇和冰點下降的影響。

(3) 溫度變化,有時起凝固的現象。這種凝固物稱為凝膠(gel)。對凝膠而言,有時稱膠質溶液為溶膠(sol)。

例: 石花菜的溶液冷了就成凝膠;蛋白遇熱也成凝膠。

(4) 加適當的電解質,就起沈澱。

(5) 放在暗室中,被一條光線照着時,從光線通路的垂直方向看去,可見膠質溶液中有特別輝亮的光點;這稱為丁鐸爾現象。

(6) 用普通顯微鏡雖不能見粒子的大小,但利用丁鐸爾現象用超顯微鏡觀察時,能見膠質粒子是成輝亮的點,運動不息的;這稱為布郎運動。

(7) 在膠質溶液中插入電極,作成電路,依膠質的種類如何,膠質粒子吸引到一方面去。就是膠質粒子也帶有一定的電量。(膠質粒子之所以不起沈澱,大概就是因為帶電和布郎運動的關係。)

(8) 膠質粒子的吸附性很強。

(例) 染料(是一種膠質)和纖維的結合,肥皂的洗淨作用等。

## 第十八章 元素的週期律

### 1. 元素的週期律

元素的性質隨原子量的增加而成爲週期的變遷。

今把原子量最小的氫暫置不論，從氦(He)起，照原子量的大小順序排列時，每隔一定的個數，各元素有互相類似的性質。

|    |    |    |    |    |   |   |    |
|----|----|----|----|----|---|---|----|
| Ho | Li | Be | B  | C  | N | O | F  |
| Ne | Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl |
| A  | K  | Ca | So |    |   |   |    |

這種事實稱爲週期律。

### 2. 週期表

依元素的週期律，凡性質相似的元素，歸入同列中，作成一表，稱爲元素週期表。週期表的應用如次：

- (1) 元素的分類很便利。
- (2) 表中空白處表示有未發見的新元素存在。
- (3) 未發見的新元素，可從週期表推定牠的原子量和性質等。

### 3. 原子的構造 原子序數

(1) 依電子說，原子是由帶陽電的核和圍繞核轉動而帶陰電的電子所構成。

(2) 在週期表上，從原子量小的元素起，順次定各元素的號數，稱爲原子序數；原子核所帶的陽電荷和原子序數成正比例。

(3) 原子是中性的，所以核外有陰電子存在，核外陰電子的數恰和原子序數相等，包圍陽核，轉動不息。

## 練習問題

1. 元素的週期律是什麼？有什麼效用？
2. 氫的原子量和原子序數是多少？並說明原子量和原子序數的意義。

元素週期表

| 族     | 0              | 1                | II              | III                           | IV                                | V                             | VI                 | VII                           | VIII            |
|-------|----------------|------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------|
| 第一週期  | 2He<br>4.00    | 1H<br>1.008      | 4Be<br>9.02     | 6B<br>10.82                   | 6C<br>12.000                      | 7N<br>14.008                  | 8O<br>16.000       | 9F<br>19.00                   |                 |
| 第二週期  | 10Ne<br>20.2   | 11Na<br>22.997   | 12Mg<br>24.32   | 13Al<br>26.97                 | 14Si<br>28.08                     | 15P<br>31.027                 | 16S<br>32.064      | 17Cl<br>35.457                |                 |
| 第三週期  | 18Ar<br>39.91  | 19K<br>39.096    | 20Ca<br>40.07   | 21Sc<br>45.10                 | 22Ti<br>48.1                      | 23V<br>50.96                  | 24Cr<br>52.01      | 25Mn<br>54.93                 | 26Fe<br>55.84   |
| 第四週期  | 36Kr<br>82.9   | 37Rb<br>85.44    | 38Sr<br>87.63   | 39Y<br>88.9                   | 40Zr<br>91.0                      | 41Nb<br>93.1                  | 42Mo<br>96.0       | 43Mn<br>96                    | 44Ru<br>101.7   |
| 第五週期  | 54Xe<br>130.2  | 55Cs<br>132.91   | 56Ba<br>137.37  | 57La*<br>138.90               | 72Hf<br>(178.6)                   | 73Ta<br>181.5                 | 74W<br>184.0       | 75Re<br>(187)                 | 45Rh<br>102.91  |
| 第六週期  | 86Rn<br>222    | 87—              | 88Ra<br>226.025 | 89Ac<br>(228)                 | 90Th<br>232.038                   | 91Pa<br>(234)                 | 92U<br>(238.02891) | 85—                           | 46Pd<br>106.36  |
| (第七週) | 69Pr<br>140.91 | 60Nd<br>144.27   | 61Pm<br>144.91  | 62Sm<br>150.43                | 63Eu<br>152.0                     | 64Gd<br>157.26                | 65Tb<br>158.92     | 66Dy<br>162.52                | 47Co<br>58.93   |
| 原電子價  | 0              | 1                | 2               | 3                             | 4                                 | 5, 3                          | 6, 2               | 7, 1                          | 8               |
| 最高氧化物 | 無              | RX               | RX <sub>2</sub> | RX <sub>3</sub>               | RX <sub>4</sub> , RH <sub>4</sub> | RH <sub>3</sub>               | RH <sub>2</sub>    | RH                            |                 |
| 最高氧化物 | 無              | R <sub>2</sub> O | EO              | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | RO <sub>2</sub>                   | R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | RO <sub>3</sub>    | R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | RO <sub>4</sub> |



## 第二編 非金屬

### 第一章 空氣

#### 1. 空氣的性質

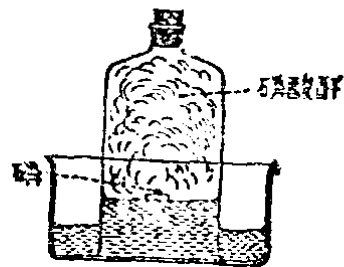
(1) 空氣是無色、無味、無臭的氣體。在標準狀況時，1升空氣的重量是 1.293 克。

(2) 受強壓和冷卻，可變成微藍色的液體空氣。把液體空氣放在普通空氣中，液體氮素（沸點  $-195.7^{\circ}$ ）先蒸發出來，剩留液體氧素（沸點  $-183^{\circ}$ ）。（工業製氧法就是利用這性質）

(3) 能助物質燃燒，又能支持動植物的呼吸作用。

#### 2. 空氣的組成

空氣是氧素和氮素所成的混合物，這兩種物質的體積比例是 1:4。此外還含有微量的氫、氦、氖、氬等稀有氣體元素，和水蒸氣、二氧化碳氣等。氫(A)可裝入普通電燈，又可裝入真空管作霓虹燈。氖(Ne)可裝入真空管作霓虹燈(紅色)，所以又稱氖燈。氦(He)是很輕的物質，又沒有可燃性，所以用來造飛艇。



第 5 圖

燃燒磷來檢空氣的組成

#### 3. 空氣是氧素和氮素混合成功的證據：

(1) 空氣的組成不十分正確一定(化合物是一定的)。

(2) 成分的體積比例，不成簡單的整數比(化合物的成分氣體的體積是成簡單的整數比)。

(3) 空氣中所含的氧素和氮素仍各保持固有的特性(化合物中的元素不能用物理方法分開)。

### 練習問題

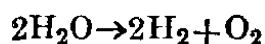
1. 空氣中的氧素用何法可以除去？

## 第二章 氧(O<sub>2</sub>)

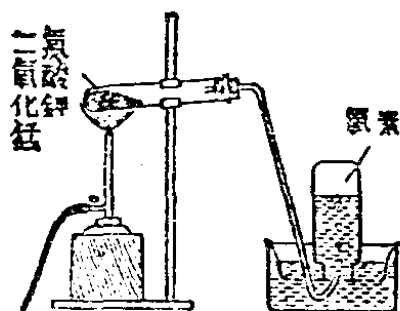
### 1. 氧的製法

(1) 在氯酸鉀中,加二氧化錳(催化劑),混合後加熱,就發生氧氣,用排水集氣法收集即得。

(2) 使水電解(工業製法)



(3) 利用沸點的差,把液體空氣的氮提取了,就得氧(工業製法)。



第6圖 氧的製法

### 2. 氧的性質

(1) 氧是無色、無味、無臭的氣體。

(2) 1升氧的重量是 1.429 克。

(3) 支持燃燒的性質很強,在空氣中能燃燒的物質,在氧中燃燒更猛,難於燃燒的物質,在氧中也易燃燒。

例: A. 把火柴的餘燼、點火的硫、木炭、磷等放在氧中,都能猛烈地燃燒起來。

B. 把燒紅的鐵絲插入氧中,會發生火花燃起來,變成黑色氧化鐵( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )。

### 3. 氧的用途

(1) 輔助呼吸作用,所以氧的吸入器、長時潛水器、炭坑爆發救護器等,都要用氧。

(2) 用作氫氧焰、氧炔焰,可得高溫度。



## 第三章 燃燒 焰

### 1. 燃燒

化學變化時，發生明顯的熱和光的現象，稱為燃燒。要使物質燃燒，必須把牠熱到發火點以上。

### 2. 焰的生成

氣體燃燒就成為焰。

### 3. 焰的構造

(1) 焰心(未燃部)：這是焰中心的黑暗部分，是不能接觸空氣的可燃氣體，溫度低。

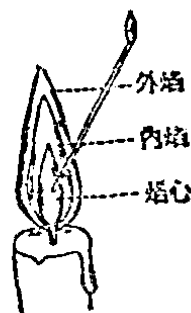
(2) 內焰(還原焰)：這是包圍焰心的圓錐形部分。光最明亮。因為空氣還不十分充足，可燃氣體中的碳素粒被燒成紅熱，所以發光。又因為有紅熱的碳素存在，所以有還原的作用。

(3) 外焰(氧化焰)：這是焰的最外部。空氣充足，溫度最高，光反弱。因為溫度既高，空氣又充足，所以氧化作用很強。

### 4. 焰的光亮

要使火焰明亮，應注意二條件：

- (1) 焰中要有紅熱狀態的固體存在；
- (2) 溫度要高。



第7圖  
蠟燭的焰

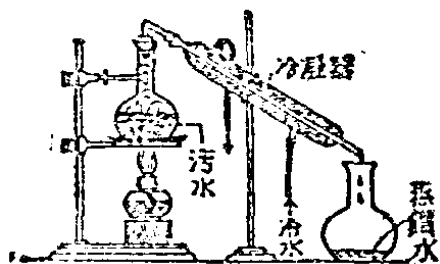
## 第四章 水(H<sub>2</sub>O)

### 1. 水的性質

- (1) 純水是无色、無味、無臭的液體，但是水層厚時，就顯淡藍色。
- (2) 在攝氏 0° 時結冰；100° 時沸騰而蒸發。
- (3) 在攝氏 4° 時密度最大。
- (4) 可以溶解多種物質。

### 2. 水的種類

(1) 天然水：海水、湖水、河水、井水、泉水、雨水等就是的。常含有礦物質、有機質、微生物等雜質。



第 8 圖 蒸餾水的製法

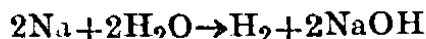
(2) 飲料水：用沈澱法或濾過法，把天然水中的有機質和微生物除去，就成為飲料水。

(3) 蒸餾水：把天然水燒沸，蒸餾出水蒸氣，剩下不揮發的雜質，使水蒸氣冷卻又凝成水，就是蒸餾水，是化學用的純淨水。

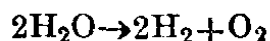
### 3. 水的分解

水是氧和氫的化合物，所以可分解成氧和氫。

- (1) 把鈉投入水中，水被分解，發生氫氣。

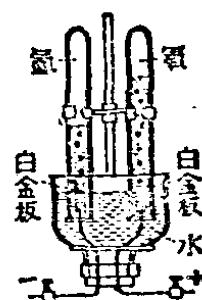


- (2) 在水中加少量的硫酸，通過電流，陽極發生一體積的氧(O<sub>2</sub>)，陰極發生二體積的氫(H<sub>2</sub>)。



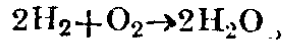
〔註〕一種物質起化學變化成二種以上的物質時，稱為分解。

### 4. 水的合成

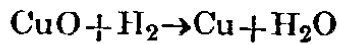


第 9 圖 水的電解

(1) 用刻度量氣管，照 2:1 的體積比例裝入氫和氧，通電發生火花，全部變成水。



(2) 在燒熱的黑氧化銅上通過氫，就得水。



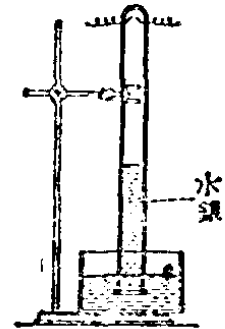
### 5. 水的組成

由上面所說的分解及合成，可得次述的結果：

氫(H<sub>2</sub>)    氧(O<sub>2</sub>)    水蒸氣(H<sub>2</sub>O)

(1) 體積組成…… 2容    1容    2容

(2) 重量組成…… 1量    8量    9量



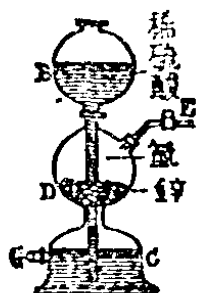
第 10 圖  
水的合成法

### 練習問題

1. 水是由氫和氧化合成的，有何試驗法可以證明？
2. 在刻度量氣管中裝入氧 15 c.c.，氫 55 c.c.，通電發生火花後，剩下那種氣體？有幾 c.c.？

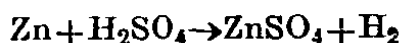
## 第五章 氫(H<sub>2</sub>)

### 1. 氫的製法



第 11 圖  
啓普氏器

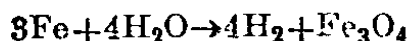
(1) 在稀硫酸中加鋅，發生氫氣，用排水集氣法收集即得。



製造氫氣，用啓普氏器最方便。如圖，*D* 是鋅，*B* 和 *C* 是稀硫酸。開放 *E* 栓，稀硫酸進入 *D* 中，氫就發生。

(2) 用電流分解水(工業製法)。

(3) 在紅熱的鐵上通過水蒸氣(工業製法)。

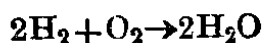


### 2. 氫的性質

(1) 氫是無色、無味、無臭的氣體，難溶於水。

(2) 氫是最輕的物質，約有空氣的  $\frac{7}{100}$ ，每 1 升氫的重量有 0.09 克。

(3) 氫點火就放淡弱的焰而燃，發生水，焰的溫度很高。



(4) 還原性很強。

### 3. 氫的用途

(1) 製造飛艇、輕氣球等(因為很輕)。

(2) 氫氧焰(金屬工廠、寶石工廠等用)。

(3) 還原劑。

## 練習問題

1. 把鋅 32.5 克投入酸中，就發生氫，這時若溫度是 9° C.，壓力是 750 毫米，問所得氫氣的體積有若干？但鋅的原子量是 65。

## 第六章 碳 (C)

### 1. 碳素的種類

碳素有種種同素異形物：

- (1) 晶質碳素……金剛石、石墨。
- (2) 非晶質碳素……木炭、石炭、焦煤、骨炭、油煙、煤氣碳素等。

### 2. 金剛石

金剛石的性質：

- (1) 常成正八面結晶，純淨時是無色透明的。
- (2) 是萬物中最硬的物質。比重是 3.50—3.55。
- (3) 使光線折射的程度很大。
- (4) 在氧中加熱(800° 以上)，變成二氧化碳。

人造金剛石的製法：把純碳素和鐵粉裝在坩堝中，放進電爐內，用電熱至 3000°，急速使它冷卻，再用酸溶去鐵，就得金剛石的微粒。

金剛石的用途：

- (1) 可用作寶石。
- (2) 粗金剛石用作切玻璃的刀、鑽岩機、研磨寶石等。

### 3. 石墨

石墨的性質：

- (1) 除六角的晶體以外，又成粒狀或片狀，有金屬光澤，色灰黑，不透明。比重是 2.25，質很軟滑。
- (2) 耐火性強，是電的良導體。
- (3) 在氧中強熱變成二氧化碳。

人造石墨的製法：把骨炭放在電爐中，隔斷空氣，熱到高溫就得。

石墨的用途：用來造鉛筆、坩堝、電極、和鐵器的防銹等。

### 4. 非晶質碳

- (1) 木炭：

a. 乾餾或煨燒木材，可以製木炭。

b. 木炭是多孔質的固體，所以容易吸收各種氣體或有機化合物。再把木炭強熱，或一面通水蒸氣，一面加熱。可製成活性炭，吸收氣體的作用更大。防毒面具是必須用的物質。

(2) 石炭：石炭俗稱為煤，由牠們所含碳素的量來分類，有無煙煤(90%以上)、煙煤(80%)(瀝青煤)、褐煤(70%)、泥煤(60%)等。

(3) 骨炭(或稱獸炭)

c. 把動物的血和骨等在隔絕空氣的器中加熱，就得骨炭。雜質很多，約含有10%的碳素。

d. 吸附有穢物的性質很強，所以精製糖時，用作去色劑，可除去糖中所含的色素。

(4) 油 煙 (燈煙)

e. 松脂或油類在空氣不流通的地方燃燒，就發生油煙。

f. 墨(油煙和膠相混凝固而成)、印刷墨(油煙和油相混而製成)、黑色塗料等須用油煙。

### 練 習 問 題

1. 說明天然存在的三態碳素。又如何證明這些碳素是同一物質？

## 第七章 二氧化碳(CO<sub>2</sub>)

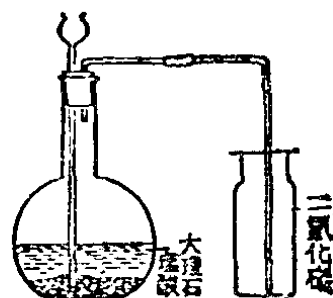
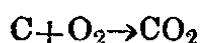
### 1. 二氧化碳的製法

二氧化碳又名碳酸酐，俗稱碳酸氣。製法如下：

(1) 在大理石上加稀鹽酸，發生二氧化碳，用下方換氣法來收集就得了。



(2) 把碳素在空氣中或氧中燃燒。



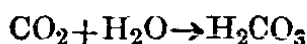
第 12 圖  
二氧化碳的製法

### 2. 二氧化碳的性質

(1) 二氧化碳是無色、無臭的氣體。比空氣重，大約有空氣的 1.5 倍。

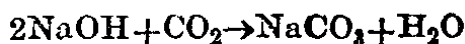
(2) 不支持他物燃燒，可使動物窒息而死。

(3) 在常溫常壓時，可溶於同容積的水。溶液含有碳酸，所以有酸味。

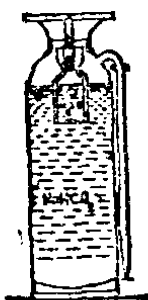
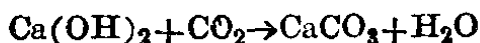


在水中的溶度，是溫度愈低，溶解的量愈多；壓力愈大，溶解的量也大。（後半節是亨利定律）。

(4) 容易吸收苛性鈉和苛性鉀。



(5) 遇石灰水發生白色乳濁現象（利用此點可檢出 CO<sub>2</sub> 的存在）。



第 13 圖  
滅火器

### 3. 二氧化碳的用途

(1) 消防滅火：硫酸和碳酸氫鈉相混，發生多量的二氧化碳（輕便滅火器就是利用此點做成的）。

(2) 清涼飲料水：用強壓使其溶解到水中去，就是所謂汽水或蘇打水。

(3) 固態二氧化碳（俗稱乾冰），可作冷劑用。

## 練習問題

1. 有二氧化碳和氮的混合物，用何方法可以把牠們分離？

## 第八章 一氧化碳(CO)

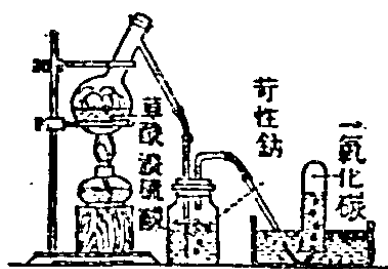
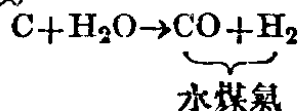
### 1. 一氧化碳的製法

(1) 在草酸(白色結晶)中加濃硫酸(用作去水劑), 加熱, 就起化學反應:



使發生的氣體通過苛性鉀溶液, 除去了二氧化碳, 用排水集氣法收集一氧化碳。

(2) 在紅熱的焦煤或無煙煤上通過水蒸氣, 就得一氧化碳和氫的混合氣體。這氣體稱為水煤氣, 用作燃料。



第 14 圖 一氧化碳的製法

### 2. 一氧化碳的性質

(1) 一氧化碳是無色、無味、無臭的氣體, 難溶於水, 比空氣稍輕。

(2) 點火就發藍焰而燃, 變成二氧化碳。



(3) 還原性強。

(4) 有劇毒 因為血液中的血色素容易和一氧化碳結合凝滯, 失掉輸送氧的作用。

### 3. 一氧化碳的用途

(1) 冶金術用來還原金屬的氧化物。

(2) 可作水煤氣, 用為燃料。

## 練習問題

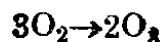
1. 比較二氧化碳和一氧化碳的性質。
2. 在零度 1 氣壓時, 混合氫 400 c.c. 和一氧化碳 600 c.c., 再加 550 c.c. 的氧, 燃燒之後, 冷到  $0^\circ\text{C}$ . 和 1 氣壓時, 問體積有若干?



## 第九章 臭氧(O<sub>3</sub>)

### 1. 臭氧的製法

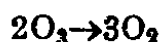
在空氣或氧氣流中通電,使起無聲放電就得。



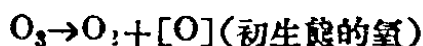
### 2. 臭氧的性質

(1) 臭氧是無色氣體,有蒜臭氣。約有氧的 1.5 倍重。

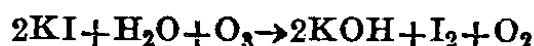
(2) 遇熱易分解。



(3) 氧化力強。因為臭氧可起下式的分解,發生強氧化力的初生態氧所致。



(4) 可使無色的碘化鉀澱粉紙變藍;這是由於臭氧的氧化作用。



碘化鉀澱粉紙是碘化鉀溶液和澱粉的混合物,澱粉遇遊離的碘就變藍色。

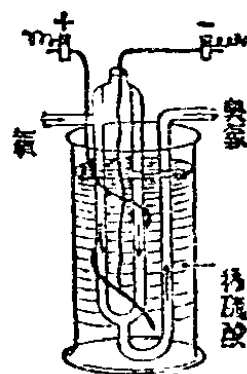
### 3. 臭氧的用途

(1) 殺菌作用: 飲料水的殺菌和潔淨空氣時用。

(2) 漂白作用: 可以漂白象牙、絲、油等。

### 練習問題

1. 在 1000 c.c. 氧中行無聲放電,在同溫同壓之下,體積變為 990 c.c.,問有若干氧變成臭氣?

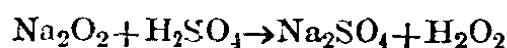
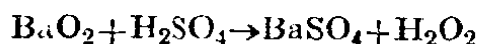


第 15 圖  
臭氧的製法

## 第十章 過氧化氫(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

### 1. 過氧化氫的製法

使過氧化鉍或過氧化鈉和稀硫酸作用,就得過氧化氫的淡水溶液。

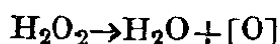


市上所售的雙氧水,是過氧化氫 3% 的水溶液。

### 2. 過氧化氫的性質

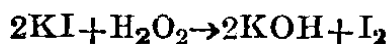
(1) 過氧化氫是無色液體,比重是 1.46。普通僅存在於水溶液中。

(2) 容易分解成水和氧;這時有初生態的氧,所以有強化作用。



遇粉狀二氧化錳,就劇烈分解而放出氧。

(3) 使碘化鉀澱粉紙變藍。這是由於 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的氧化作用,使碘遊離所致。



### 3. 過氧化氫的用途

(1) 殺菌作用: 傷口消毒、含漱劑、吸入劑等。

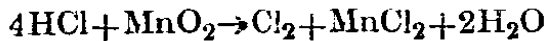
(2) 漂白作用: 絲、象牙、羽毛等的漂白。

## 第十一章 氯(Cl<sub>2</sub>)

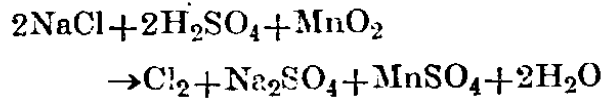
氯、氟、溴、碘，總稱為鹵族元素。

### 1. 氯的製法

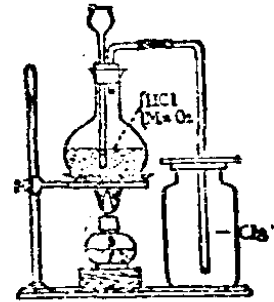
(1) 在濃鹽酸中加二氧化錳，再加熱，用下方換氣法收集。



(2) 在食鹽和濃硫酸中混加二氧化錳加熱。



(3) 電解食鹽水(工業製法)，陽極發生氯素。



第 16 圖 氯的製法

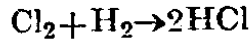
### 2. 氯的性質

(1) 氯是黃綠色的有毒氣體，比空氣重(約 2.5 倍)。

(2) 稍能溶解於水，稱為氯水。

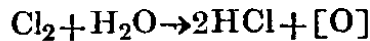
(3) 容易和遊離氫或化合物中的氫化合；例如

a. 氫點火後放入氯中，就直接化合燃燒。



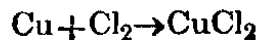
b. 把燃點的蠟燭放進氯中，燭所含的氫被奪去，遊離出多量的碳素來。

(4) 有強氧化作用、漂白作用、殺菌作用。這因為氯和氫化合，放出初生態氧的緣故。

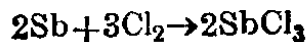


(5) 和金屬直接化合成為氯化物；例如

a. 銅箔在氯中自然發火生成氯化銅 (CuCl<sub>2</sub>)。



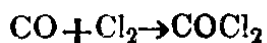
b. 銻粉遇氯變成氯化銻 (SbCl<sub>3</sub>)。



### 3. 氯的用途

(1) 用作氧化劑、製紙材料、棉麻等的漂白、飲料水的殺菌，並用來製造漂白粉和軍用毒氣等。

(2) 光氣 ( $\text{COCl}_2$ ): 這是一種主要的毒氣，把一氧化碳和氯的混合物通過熱炭上，就可製得。



這是無色氣體，容易液化(沸點  $80^\circ$ )；用時須先使液化機用。

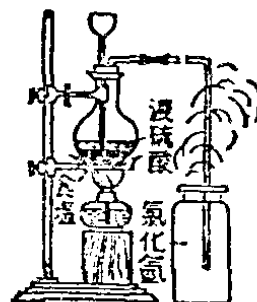
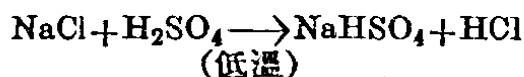
### 練 習 問 題

1. 氯的漂白作用稱爲氧化漂白，是什麼緣故？
2. 用 60% 二氧化錳的軟錳礦 100 克來製氯素，可得幾升？

## 第十二章 氯化氫 鹽酸(HCl)

### 1. 氯化氫(又稱氫氯酸)的製法

把食鹽和濃硫酸相混加熱,用下方換氣法收集。



### 2. 氯化氫的性質

(1) 氯化氫是無色氣體,有刺激臭。比空氣重。

(2) 遇空氣中的濕氣就發煙。

(3) 極易溶於水,在常溫時水 1 容積可溶 450 容積的氯化氫;這溶液稱爲鹽酸。

(4) 遇氨就生白煙(氯化氨)。

第 17 圖

氯化氫的製法

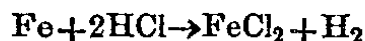
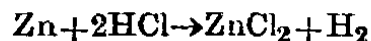
### 3. 鹽酸 (HCl 的水溶液)

(1) 用水吸收氯化氫可製鹽酸。

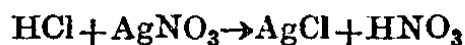
(2) 是無色的發煙性液體,有氯化氫的強臭氣。

(3) 有強酸性反應(使藍色石蕊變紅)。

(4) 可溶解鋅、鐵、鋁和其他輕金屬,發生氫。



(5) 遇硝酸銀溶液生白色沈澱(氯化銀)。(這是可溶氯化物的通性)。



### 4. 鹽酸的用途

(1) 用作化學試藥、健胃藥、金屬面的除銹劑等。

(2) 製成王水(鹽酸和硝酸的混合液),可溶解鉑和金。

(3) 製造氯素或染料時常用鹽酸。

## 練習問題

1. 用何方法可以檢查瓶中已裝滿氯化氫?

2. 想製造 40% HCl 的鹽酸 14.6 千克,問要用幾克食鹽?

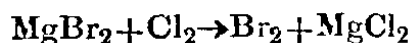
## 第十三章 溴 (Br<sub>2</sub>)

### 1. 溴的製法

(1) 在溴化鈉中加硫酸和二氧化錳, 加熱。



(2) 把斯塔斯福特石鹽溶液所起的氯化鉀晶體濾去後, 在濾液(含有溴化鎂)中通入氯, 即得溴。



### 2. 溴的性質

(1) 在常溫時, 溴是唯一的液態非金屬元素, 呈暗褐色。比重是 3, 溶於水成溴水。

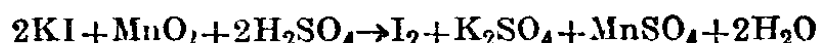
(2) 有刺激性惡臭, 有毒。

(3) 化學作用和氯相似, 但稍弱。能和氫或金屬化合, 也有漂白作用, 但不及氯強。

## 第十四章 碘 (I<sub>2</sub>)

### 1. 碘的製法

(1) 把碘化鉀和二氧化錳、硫酸相混，再加熱。



(2) 在海草灰的浸出液(含有 NaI) 中加二氧化錳和硫酸，再加熱，或通入氯氣。



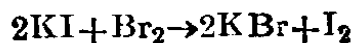
### 2. 碘的性質

(1) 碘是黑紫色的片狀晶體，有金屬光澤。具特別臭氣。

(2) 加熱，放出紫色碘汽，冷了又直接結晶；這就是昇華現象。

(3) 幾乎不溶於水，易溶於酒精。碘的酒精溶液稱為碘酊，俗呼碘酒。

(4) 化學性雖和氯或溴相似，但更弱。例如碘化鉀遇溴，碘就遊離而出。



(5) 碘溶液遇澱粉的冷溶液即刻變藍色。

## 第十五章 氟 氟化氫

### 1. 氟素(F<sub>2</sub>)

(1) 在液態氟化氫中加氫化鉀，放在銅器中電解，就可製得氟。陽極生氟，陰極生氫。

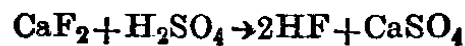
(2) 氟是淡黃色的氣體，很有毒。

(3) 化合力很強，一切單質差不多都能和牠化合（但和氧、氮、氯等沒有作用）。

### 2. 氟化氫(氫氟酸) (HF)

製法：

把氟石放在鉛製的坩堝中，加濃硫酸，再加熱。

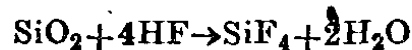


性質：

(1) 氟是有惡臭的無色液體(沸點 19.4°)，有毒，夏天成爲氣體。

(2) 容易溶於水；這溶液稱爲氫氟酸。

(3) 能腐蝕石英和玻璃；因爲使二氧化矽(SiO<sub>2</sub>)分解，變成可溶性的四氟化矽(SiF<sub>4</sub>)。



用途：

玻璃器具等的刻度或刻花時要用氟化氫。

### 3 鹵族元素的通性

(1) 都是非金屬的單質，原子價都是一。

(2) 和氫直接化合，生成鹵化氫 HCl, HBr, HI, HF 等。

(3) 和金屬化合成鹵化物（例如 AgCl, AgBr, AgI, AgF 等）。

(4) 上述的性質雖相似，但原子量增加，性質也隨之稍異；如次表所

示：



| 性 質 \ 族元素 | 氦         | 氯    | 溴   | 碘     |
|-----------|-----------|------|-----|-------|
| 原 子 量     | 19        | 85.5 | 80  | 127   |
| 狀 態(常 溫)  | 氣 體       | 氣 體  | 液 體 | 固 體   |
| 色         | 淡 黃       | 綠 黃  | 綠 紅 | 褐 深 紫 |
| 化 合 力     | 最 強       | 強    | 稍 強 | 弱     |
| 漂 白 作 用   | 使 色 素 分 解 | 強    | 弱   | 無     |

練 習 問 題

1. 在下列二種溶液中通入氯氣，起什麼反應：

a. 碘化鉀液；

b. 溴化鉀液。

## 第十六章 硫(S<sub>2</sub>-S<sub>8</sub>)

### 1. 硫的製法

(1) 把天然硫加熱溶解,分去土砂等,就製得粗硫黃。

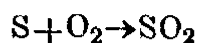
(2) 把粗硫黃放在鐵鍋中加熱,發生硫汽,導入磚室冷卻,可製得硫棒或硫黃華。

### 2. 硫的性質

(1) 硫是黃色的脆性固體(比重 2.07, 溶點 114°, 沸點 445°), 不溶於水,易溶於二硫化碳。

(2) 隔絕空氣加熱,到 114° 時,熔解成爲黃色的透明液;溫度漸上昇,漸漸變成褐色,到了 200° 左右,黏性最大,到 300° 時,再變成易流動的液體,到 445° 時汽化。

(3) 點火就發出淡藍色焰而燃,生成二氧化硫。



(4) 和金屬直接化合,生成硫化物。

### 3. 硫的同素異形物

(1) 斜方硫: 是斜方晶體,由二硫化碳溶液結晶即得。

(2) 針狀硫: 是針狀晶體,熔解的硫冷時就得。

(3) 彈性硫: 是褐色非晶質的固體,有彈性。把熔解的硫注入冷水中就得。

### 4. 硫的用途

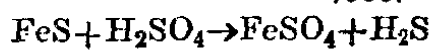
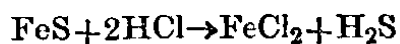
(1) 用來製造二氧化硫、硫酸、二硫化碳、火藥、火柴等。

(2) 醫藥(皮膚病)和殺蟲劑的原料。

## 第十七章 硫化氫 (H<sub>2</sub>S)

### 1. 硫化氫的製法

硫化亞鐵加稀鹽酸或稀硫酸。

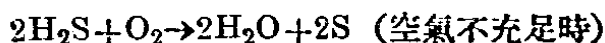
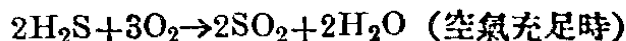


### 2. 硫化氫的性質

(1) 硫化氫是無色有毒的氣體，又有腐敗卵的臭氣。

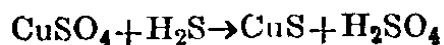
(2) 水稍能溶解（常溫時水 1 容積可溶其 3 容積）；此水溶液稱爲硫化氫水，有弱酸性。

(3) 點火就發藍色焰而燃燒。



(4) 和各種金屬鹽的水溶液作用，就起硫化金屬的沈澱。這等硫化物，各金屬各有特殊的顏色，又溶度和反應等也各不同。硫化物大致分別爲三類如次：

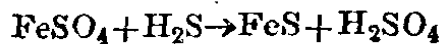
a. 由酸性液即刻沈澱的硫化物：



黑色硫化銅

硫化銅(CuS)(黑)、硫化鉛(PbS)(黑)、硫化砷(As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)(黃)等。

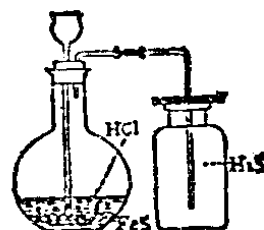
b. 僅在鹼性或中性液起沈澱的：



黑色硫化鐵

(這時發生的酸須中和了纔起沈澱) 硫化鋅(ZnS)(白)、硫化亞鐵(FeS)(黑)、硫化錳(MnS)(肉紅色)等。

c. 不起沈澱的：



第 18 圖  
硫化氫的製法

硫化鈉( $\text{Na}_2\text{S}$ ) (無色)、硫化鉀( $\text{K}_2\text{S}$ ) (無色)、硫化鈣( $\text{CaS}$ ) (無色) 等。

硫化氫的檢出法,是把醋酸鉛溶液塗在紙片上;紙變黑色,就是有硫化氫的證據。

### 3. 硫化氫的用途

化學分析術用來鑑定金屬 (利用硫化金屬的溶度和性質等不同,可以區別)。

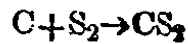
## 練 習 問 題

1. 次列各物放在試驗管中加熱時,起什麼變化?
  - a. 碘
  - b. 氯化銨
  - c. 硫
2. 用硫作原料來製造硫化氫的方法,用化學方程式來說明;但製造時所需用的器具和藥品可自由選定。

## 第十八章 二硫化碳 (CS<sub>2</sub>)

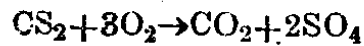
### 1. 二硫化碳的製法

把硫的蒸氣通過紅熱狀態的木炭(或焦煤)，發生二硫化碳氣，冷了，就得二硫化碳液(在電爐內製造)。



### 2. 二硫化碳的性質

- (1) 二硫化碳是無色液體，容易揮發(沸點 46.5°)。
- (2) 幾乎不溶於水。比水重(比重 1.3)。
- (3) 極容易引火，發出藍色火焰；此時反應式如次：



- (4) 能够溶解脂肪、橡皮、硫黃、黃磷、碘素等。

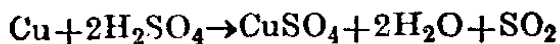
### 3. 二硫化碳的用途

- (1) 用作溶劑(但要特別注意牠的引火性)。
- (2) 穀倉內用來殺滅穀類的害蟲及預防蟲害等。

## 第十九章 二氧化硫(SO<sub>2</sub>)

### 1. 二氧化硫的製法

(1) 把銅片放在濃硫酸中加熱。



(2) 燃燒硫黃(或黃鐵礦 FeS<sub>2</sub>)。(工業製法)

### 2. 二氧化硫的性質

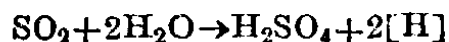
(1) 二氧化硫是無色氣體,有刺激性臭,比空氣重(約有空氣的 2.5 倍)。

(2) 在 1 氣壓和零下 8° C., 就可液化, 成爲無色的液體。

(3) 容易溶於水,牠的水溶液有酸性反應,因爲發生亞硫酸的緣故。所以二氧化硫又名亞硫酸酐, 俗稱亞硫酸氣。



(4) 有漂白作用。因二氧化硫和水反應,可放出初生態的氫,使色素還原漂白。

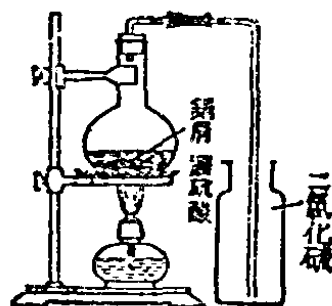


(5) 對於生物很有毒,殺菌作用很強。

### 3. 二氧化硫的用途

(1) 麥稈、蠶絲、羊毛等的漂白。

(2) 製造硫酸的原料。



第 19 圖  
二氧化硫的製法

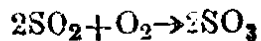
## 練習問題

1. 寫出銅屑和濃硫酸作用的方程式。
2. 說出二氧化硫和氯的製法,並比較牠們的漂白作用。
3. 取銅屑 50 克,充分加濃硫酸,加熱時,發生氣體,在攝氏 20 度 1 氣壓時,計算這氣的體積,並說明牠的性質和用途。但 Cu=63。

## 第二十章 三氧化硫 (SO<sub>3</sub>)

### 1. 三氧化硫的製法

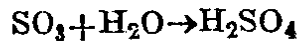
使二氧化硫和空氣的混合物通過微熱(400°)的鉑絨上，就生三氧化硫(鉑絨又稱鉑海綿，是催化劑)。



### 2. 三氧化硫的性質

(1) 三氧化硫是白色的針狀晶體。

(2) 吸收空氣中的濕氣就發生煙，投進水中，發劇烈的響聲，溶解變成硫酸；所以又名硫酸酐。



(3) 過多量的三氧化硫溶到水中時，成爲極強的硫酸，叫做發煙硫酸。

### 練習問題

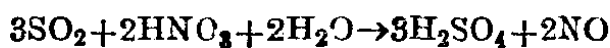
1. 從三氧化硫和二氧化硫的組成，說明倍比定律。

## 第二十一章 硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

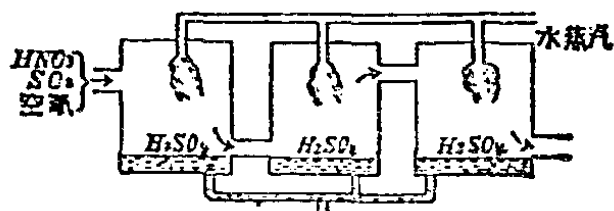
### 1. 硫酸的製法

(1) 接觸法：用鉑粉或鉑絨作催化劑，使二氧化硫和空氣(氧)化合，先製成三氧化硫，再用濃硫酸來吸收牠，製成發煙硫酸，加水就得濃硫酸。

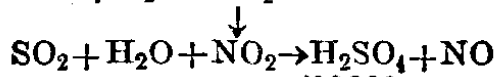
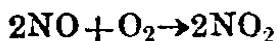
(2) 鉛室法：(第一段反應) (1) 二氧化硫；(2) 硝酸汽；(3) 空氣(氧)；(4) 水蒸氣四種原料送進鉛室內去化合。



(第二段反應) 此處生出的氧化氮(NO)，和空氣作用，變成過氧化氮(NO<sub>2</sub>)，再和 SO<sub>2</sub>，H<sub>2</sub>O 等化合，又生硫酸。



第 20 圖 鉛室製硫酸法



### 2. 硫酸的性質

(1) 硫酸是無色油狀的重液體，市上所售的硫酸，比重是 1.84。

(2) 沸點很高(338°)，難揮發。

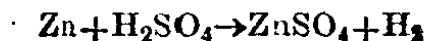
(3) 濃硫酸極容易吸收水；和某種有機物相遇，能夠把這物所含的氫氧二元素照水的成分比例吸收出來，使這物碳化，變成黑色的碳素。

例：木材、棉花、紙，糖等遇濃硫酸，會漸漸變成黑色的浮渣。

(4) 和水相混會發熱；水溶液有強酸性。

(5) 稀硫酸能夠溶解鋅或鐵等物質，發生氫。

例：鋅和稀硫酸作用，放出氫氣，變成硫酸鋅。



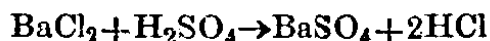


(6) 濃硫酸和銅、銀、汞、鉛等相混加熱時，把這些物質溶解了，發生二氧化硫。

例：用銅時：



(7) 遇氯化鋇溶液，常生白色沈澱(硫酸鋇)。



### 3. 硫酸的用途

(1) 化學試藥、乾燥劑、吸水劑等。

(2) 硫酸是化學工業不可缺少的重要原料，製造鹽酸、硝酸、碳酸、鹼、人造肥料、有機色素、火藥等，都要用牠。

### 練習問題

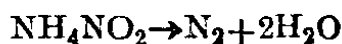
1. 硫酸在工業上的用途很大，是利用牠的什麼性質？
2. 三試管中分別裝有硝酸、鹽酸、硫酸，用什麼方法可以鑑定牠們？
3. 把含有 42% 硫的黃鐵礦 1 噸(2240 磅)作原料，用鉛室法製硫酸(含硫酸 60%)，同可得幾磅？

## 第二十二章 氮 (N<sub>2</sub>)

### 1. 氮素的製法

(1) 把空氣通過強熱的銅片上,除去氧素,就得氮氣;但是含有氮等雜質。

(2) 把亞硝酸銨加熱,可製得純氮素。



### 2. 氮的性質

(1) 氮是無色、無味、無臭的氣體-無助燃性和自燃性,動植物在此氣中會窒息而死。

(2) 常溫時幾乎不和他物化合。在高溫和有接觸劑時,纔能夠和種種物質化合。例如:

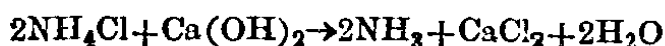
- a. 在空氣中通過電火花,發生氧化氮(NO);
- b. 遇強熱的鐵催化劑,發生氨 (NH<sub>3</sub>);
- c. 在電爐中強熱,可和碳化鈣化合,生成石灰氮[Ca(CN)<sub>2</sub>]。

照上述方法從空氣中把遊離狀態的氮素製成種種化合物的方法,稱爲空中氮素固定法。

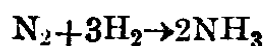
## 第二十三章 氨 (NH<sub>3</sub>)

### 1. 氨的製法

(1) 氯化銨和消石灰(或生石灰)共熱,用上方換氣法收集。



(2) 混合氮和氫作原料用適當壓力(約 200 氣壓)和溫度(約 500°),再用鐵粉等作催化劑,直接化合成氨(工業法)。

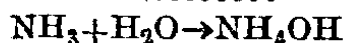


### 2. 氨的性質

(1) 氨是無色的氣體,有刺激性臭,比空氣輕。

(2) 由冷卻和加壓方法容易液化(沸點 -33°)。蒸發時吸收多量的熱(可利用來作冷劑)。

(3) 極容易溶解到水裏(常溫時水 1 容積可溶解 800 容積的氨)。這稱為氨水,有鹼性反應;因為發生氫氧化銨的緣故。



NH<sub>4</sub>OH 僅能存在於水溶液中,熱就分解,仍變成氨和水。

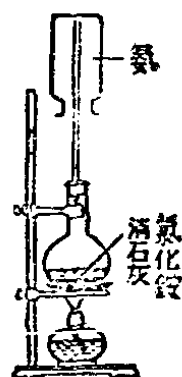
(4) 氨和銀化氫相遇,發生氯化銨白煙。

### 3. 氨的用途

(1) 製冰和冷藏庫等用液態氨作冷劑。

(2) 製成硫酸銨作為肥料(氮素肥料)。

(3) 製造醫藥。



第 21 圖  
氨的製法

## 練習問題

1. 僅把氯化銨加熱,也可以發生氨,但是製造氨的方法定要加石灰,是何緣故?

2. 在標準狀況時 50 升氨有若干克? 又用這氨來製 20% 氫氧化銨的氨水,得若干克? 但 N=14, H=1。

## 第二十四章 氮的氧化物

### 1. 氧化亞氮(笑氣)( $N_2O$ )

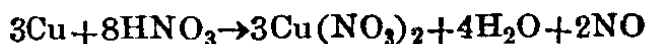
(1) 把硝酸銨加熱,可製笑氣。



(2) 氧化亞氮是無色氣體,有幽雅的香氣。有麻醉性。

### 2. 氧化氮( $NO$ )

(1) 銅和硝酸作用,可製氧化氮。



(2) 氧化氮是無色氣體。和空氣接觸,就變成紅棕色的過氧化氮。



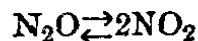
### 3. 過氧化氮(二氧化氮)( $NO_2$ )

(1) 氧化氮和空氣接觸就生過氧化氮;又把固體硝酸鉛加熱,也可製得。

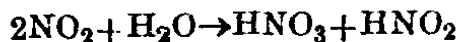


用冷劑可使過氧化氮液化,把氧分離。

(2) 過氧化氮是紅棕色的氣體 熱到高溫,變成暗紅色;降到低溫,又變成黃色液體或無色晶體 ( $N_2O_4$ )。



(3) 溶到水裏成為硝酸( $HNO_3$ )和亞硝酸( $HNO_2$ )。



## 練習問題

1. 就氮的氧化物說明倍比定律。

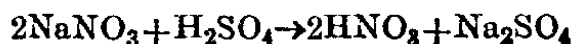
## 第二十五章 硝酸(HNO<sub>3</sub>)

### 1. 硝酸的製法

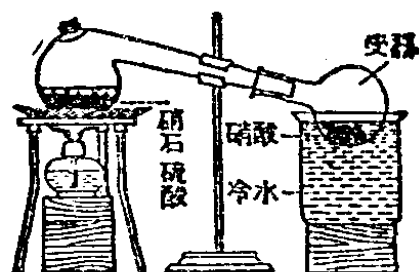
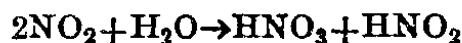
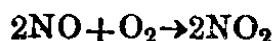
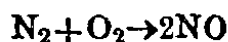
(1) 把硝酸鉀(硝石)混合濃硫酸,加熱蒸餾。



(2) 工業製法是用智利硝石(硝酸鈉)和濃硫酸加熱蒸餾。



(3) 用電火花使空氣中的氮和氧化合,成爲氧化氮氣(NO),這氣和空氣接觸,變成過氧化氮(NO<sub>2</sub>),溶解到水裏,便成硝酸。這也是空中氮素固定法的一例。



第 22 圖 硝酸的製法

### 2. 硝酸的性質

(1) 硝酸是無色的發煙液體(沸點 86° C.)。

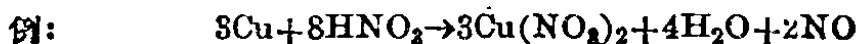
(2) 容易溶解到水裏,牠的水溶液有酸性反應。

(3) 腐蝕性很大。皮膚、毛皮等遇着,就變黃色,被牠腐蝕。

(4) 是強氧化劑。遇熱或日光,可以分解,因爲容易變成氧、二氧化氮、和水的緣故。



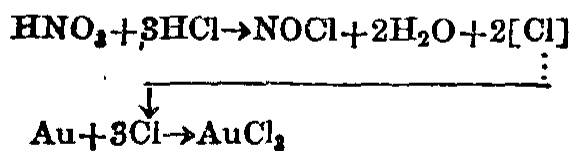
(5) 除金和鉑以外,一切金屬都可以溶解,生成硝酸鹽。



### 3. 王水

(1) 濃硝酸 1 容積和濃鹽酸 3 容積相混,就成王水。

(2) 王水能溶解金和鉑；溶解的理由，是硝酸和鹽酸作用，發出初生態的氯，使金或鉑變成可溶性的氯化物所致。



#### 4. 硝酸的用途

- (1) 化學方面用作氧化劑或金屬的溶劑。
- (2) 製造染料、炸藥、賽璐珞等用途很大。

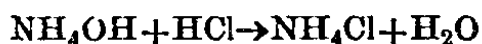
### 練 習 問 題

1. 舉例說明空中氮素的固定法。

## 第二十六章 銨的化合物

### 1. 氯化銨(鹵砂)( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )

製法：氯化氫和氨相混，就生氯化銨；工業製法是利用煤氣廠所得的煤氣液(稀氨水)，加鹽酸去中和即得。



性質：

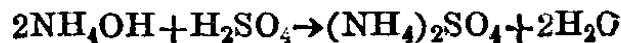
- (1) 氯化銨是白色固體，水容易溶解。
- (2) 加熱就分解成氯化氫和氨，冷了仍化合復原成氯化銨。



這反應稱為可逆反應，是解離的好例。

### 2. 硫酸銨( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

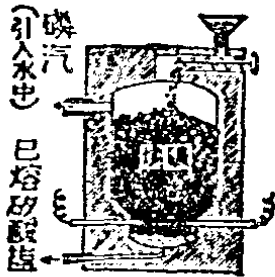
製法：用硫酸中和氨水(這是製造煤氣時的副產物)(工業製法)。



性質：氯化銨是白色晶體，易溶於水。

用途：用作氮素肥料和氮素化合物的原料。

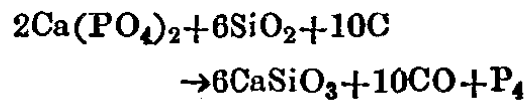
## 第二十七章 磷 (P<sub>4</sub>)



第 23 圖 磷的製法

### 1. 磷的製法

黃磷：把磷酸鈣（骨灰或磷灰石）混合焦煤和砂，放在電爐內強熱，發生磷汽，引入冷水中就得。



紅磷：把黃磷放在沒有空氣的密閉器內，長久加熱到 250°，就得紅磷（用碘作催化劑更容易製得）。

### 2. 磷的性質

磷有二種同素異形物，就是黃磷和紅磷。黃磷的性質比紅磷活潑。現在把兩種的性質列成比較表如下：

| 性 質   | 黃 磷            | 紅 磷         |
|-------|----------------|-------------|
| 色     | 黃白色蠟狀固體        | 暗紅色粉        |
| 比 重   | 1.8            | 2.1—2.28    |
| 熔 點   | 44°            | 約 600° (加壓) |
| 溶 解 性 | 不溶於水可溶於二硫化碳    | 兩者均不溶       |
| 發 火 點 | 60°            | 約 250°      |
| 在空氣中  | 容易氧化自然發火在暗處發磷光 | 不氧化不發光      |
| 毒 性   | 猛毒             | 無毒          |
| 化學作用  | 強              | 弱           |

### 3. 磷的用途



(1) 製造火柴(利用發火性)。

(2) 殺鼠劑(利用毒性)。

#### 4. 安全火柴

(1) 火柴頭：把氯酸鉀(或重鉻酸鉀、鉛丹等氧化劑)，硫黃或硫化銻(燃燒劑)等和膠糊等混合黏附在火柴幹的一頭就得。

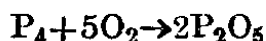
(2) 磨擦面：塗附紅磷粉、玻璃粉、和膠在火柴盒的傍面。

(3) 發火：火柴頭在磨擦面上磨擦，可發生熱，這熱使紅磷發火，引起混有氧化劑的燃燒劑燃燒。

## 第二十八章 磷的化合物

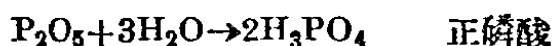
### 1. 磷酸酐(五氧化磷)( $P_2O_5$ )

(1) 把磷在空氣中或氧素中燃燒就可製得：



(2) 磷酸酐是白色粉，吸濕性很大。用作脫水劑或乾燥劑。

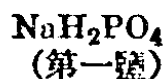
(3) 和水化合，發出一種響聲，變成三種磷酸。把溶液加熱，概變成正磷酸。



### 2. 磷酸(正磷酸)( $H_3PO_4$ )

(1) 照上述方法可以製得。是無色的晶體。

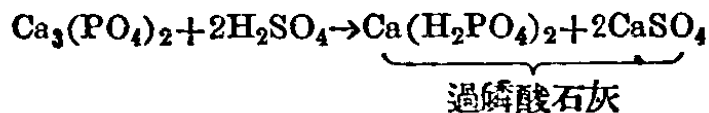
(2) 磷酸是三鹼度酸，所以可造三種鹽。



### 3. 磷酸鈣( $Ca_3(PO_4)_2$ )

(1) 磷酸鈣是磷灰石和骨灰的主要成分。是白色的塊狀物。

(2) 磷酸鈣不溶於水。若遇硫酸則變成了可溶性的酸性磷酸鈣( $Ca(H_2PO_4)_2$ )。所謂過磷酸石灰(或過磷酸鈣)肥料，是酸性磷酸鈣和硫酸鈣的混合物：



### 練習問題

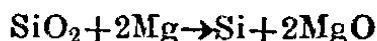
1. 把黃磷 15.5 克燃燒，生成 35.5 克磷酸酐，試求磷酸酐的化學式。(但  $O=16$ ,  $P=31$ )。



## 第三十章 矽和矽的化合物

### 1. 矽(Si)

(1) 把矽(多用二氧化矽)或石英和鎂粉相混,點火使牠還原就得矽:



(2) 矽有二種同素異形物,就是褐色非結晶質的矽粉,和有金屬光澤的結晶矽。

### 2. 矽酸酐(二氧化矽)(SiO<sub>2</sub>)

(1) 矽酸酐在天然界成爲石英、水晶、石髓、瑪瑙、砂等而產出。

(2) 二氧化矽是無色透明的晶體或白色粉。

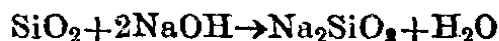
(3) 矽酸酐很硬,非遇高溫不溶解。

石英玻璃(成分是 SiO<sub>2</sub>)是把水晶或石英在電爐中熔解而製成。

(4) 僅和氟化氫可起作用,其餘各酸都不能侵犯。

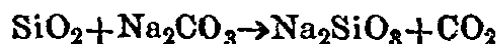


(5) 混合鹼類共熱熔時,就生鹼金屬的矽酸鹽:



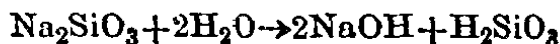
### 3. 水玻璃(Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)

(1) 把石英和碳酸鈉混合加熱即得:



(2) 水玻璃是無色透明的液體,乾了就結耐火性的皮膜。

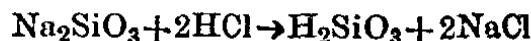
(3) 水玻璃的水溶液起加水分解作用,呈顯鹼性。



(4) 用作肥皂的混合劑或防火布的塗料。

### 4. 矽酸(H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>)

(1) 在水玻璃的水溶液中加鹽酸即得:



(2) 普通成爲膠狀的沈澱,乾時雖可得矽酸,和 H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 相當,但成

分不一定。若在  $120^{\circ}\text{C}$ . 附近乾燥, 就變成矽酸酐。

(3) 產生種種矽酸鹽。

(例) 雲母  $[\text{KH}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3]$ ; 正長石  $(\text{KAlSi}_3\text{O}_8)$ ; 陶土  $(\text{H}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_2\text{H}_2\text{O})$  等,

5. 碳化矽[(carborundum)  $\text{SiC}$ ]

(1) 把石英和焦煤(碳素)在電爐中強熱就得:



(2) 碳化矽很硬(在金剛石之次), 成爲紫黑色晶體。供研磨等用。

6. 玻璃

由成分說起來, 可分爲鈉玻璃、鉀玻璃、鉛玻璃數種。

A. 鈉玻璃:

(1) 原料: 矽( $\text{SiO}_2$ )、石灰石( $\text{CaCO}_3$ )、碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )。

(2) 成分: 矽酸鈣和矽酸鈉。  $\text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$

(3) 特性: 易熔解, 便於加種種細工。又可造窗玻璃和瓶等。

B. 鉀玻璃(又稱冕牌玻璃):

(1) 原料: 矽、石灰石、碳酸鉀( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )。

(2) 成分: 矽酸鈣和矽酸鉀。  $\text{CaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$

(3) 特性: 難熔, 又不受各藥品侵犯。可造化學器具。

C. 鉛玻璃(又稱火石玻璃):

(1) 原料: 矽、氧化鉛( $\text{PbO}$  或  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )、碳酸鉀。

(2) 成分: 矽酸鉛和矽酸鉀。  $\text{PbO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$

(3) 特性: 質軟, 易熔, 光的折射率大。可造光學器械和裝飾品等。

在鉛玻璃中加氧化錫和亞砷酸鉛等, 可造成不透明的琺瑯或搪瓷(enamel)。可塗在金屬表面製造搪瓷器。

D. 色玻璃: 製造玻璃時, 加少量的金屬氧化物, 可使其呈顯種種的色。例如加氧化鈷顯藍色, 加二氧化錳顯紫色, 加氟石和長石等顯乳白色。

### 練習問題

1. 就化學方面說起來, 水晶和玻璃有何區別?
2. 有難被鹼類侵犯的玻璃, 又有耐高熱的玻璃, 就成分說, 和普通玻璃有何不同?

## 第三十一章 硼(B)

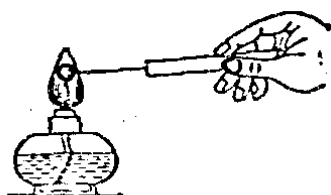
### 1. 硼(B)

- (1) 天然界成爲硼酸或硼酸鹽而產出。
- (2) 有黑色的粉狀硼，又有成爲結晶狀的。

### 2. 硼酸( $H_3BO_3$ )

- (1) 把天然產硼酸蒸發，使牠結晶而精製之。
- (2) 硼酸是白色板狀有光澤的晶體。
- (3) 微能溶於冷水，溶液有微酸性。
- (4) 可溶於酒精，點火，發出硼酸特有的綠焰。
- (5) 有防腐和殺菌的作用。用作醫藥(洗眼或含漱等)。

### 3. 硼砂( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ )



第 24 圖 硼砂球試驗

(1) 硼砂是無色的晶體 (有 10 分子的結晶水)

(2) 燒熱時，先失結晶水而膨脹，次變成透明無色的玻璃狀物，稱爲硼砂球。

硼砂球可溶解種種金屬的氧化物，各呈顯特殊的色。這稱爲硼砂球反應，常利用來鑑定

金屬。例如下表：

| 金屬氧化物 \ 焰 | 氧 化 焰     | 還 原 焰 |
|-----------|-----------|-------|
| 銅         | 綠(熱)藍(冷)色 | 無色或紅色 |
| 鈷         | 藍 色       | 藍 色   |
| 鉻         | 綠 色       | 綠 色   |

(3) 供化學分析、金屬的接合、防腐、殺菌等用。

## 第三編 金屬

### 第一章 總說

#### 1. 金屬和非金屬

|             | 金                                                        | 屬非 | 金                                                | 屬 |
|-------------|----------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------|---|
| 物<br>理<br>性 | (1)常溫時爲固體(水銀是例外)<br>(2)有金屬光澤<br>(3)富於展性和延性<br>(4)熱和電的良導體 |    | 常溫時爲固體、液體、氣體<br>無金屬光澤(碘是例外)<br>質脆<br>不良導體(石墨是例外) |   |
| 化<br>學<br>性 | (1)可生鹼性氧化物<br>(2)單獨可成陽離子<br>(3)不容易和氫化合                   |    | 可生酸性氧化物<br>概成陰離子<br>能和氫結成穩定的化合物                  |   |

#### 2. 金屬的分類

- (1)鹼族：鈉(Na)、鉀(K)。
- (2)鹼土族：鈣(Ca)、銣(Sr)、鋇(Ba)。
- (3)鋅族：鎂(Mg)、鋅(Zn)、汞(Hg)。
- (4)土族：鋁(Al)。
- (5)錫族：錫(Sn)、鉛(Pb)、鉍(Bi)。
- (6)鐵族：鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)。
- (7)銅族：銅(Cu)、銀(Ag)、金(Au)。

(8) 鉑族：鉑(Pt)、銥(Ir)、銱(Os)。

### 3. 合金

把二種以上的金屬互相融合，再使其凝固，便得合金，又稱爲齊。合金的通性如次：

- (1) 合金的硬度比各成分金屬的硬度大。
- (2) 合金的熔點比各成分金屬的熔點低。
- (3) 熱和電的傳導率比較減少。
- (4) 展性延性雖小，但有可鑄性。
- (5) 合金的色雖是由各成分金屬的色所平均而成，然也有呈顯特殊色的時候。

(6) 化學的抵抗力增加。

用銅爲主要成分的合金：

- (1) 黃銅 (銅 70：鋅 50) 適宜於鑄造物品。
- (2) 青銅 (銅 90：錫 10) 可製各種器具和銅像。
- (3) 鉛銅 (銅 90：鉛 10) 有黃色光澤。
- (4) 德銀 (銅 60：鋅 25：鎳 15) 電阻很大(舊名洋銀)。
- (5) 白銅 (銅 75：鎳 25) 有銀白色。
- (6) 紅銅 (銅 95：銀 1：金 4)。

用鉛爲主要成分的合金：

- (1) 活字金 (鉛 75：錫 20：錫 5) 製造活字。
- (2) 鐸藥 (鉛 50：錫 50) 金屬的鐸接劑(舊名白鐵)。

用鋁爲主要成分的合金：

(1) 鎂鋁齊 (鋁 90—97：鎂 10—3) 光澤美麗而強韌。可製食器和醫療器具等。

(2) 丟鋁 (鋁中加少量的銅、鎂、錳) 硬度大，輕而強韌，用作飛機材料。

易融金(可用作電路的保險片等)

(1) 洛斯易融金 (鉍 50：鉛 25：錫 25) 熔點 94°，用作保險片、自動消防器、自動防火門等，可自動的防止火災。

(2) 武德易融金 (鉍 50：鉛 25：錫 12.5：鎳 12.5) 熔點 60.5°。



用途同上。

### 練 習 問 題

1. 記述合金的通性,並舉出次列合金的成分: 鎳藥、青銅、德銀、活字金、黃銅、鉛銅。
2. 記述合金的意義,又三種銅合金的名稱和成分。
3. 把銀銅的合金 5 克溶解在硝酸中,加入食鹽水,得 5.315 克氯化銀。求這合金中銀和銅的百分比。

## 第二章 銅族元素

### 第一節 銅(Cu)

#### 1. 銅的冶金

- (1) 主要的銅礦是黃銅礦( $\text{CuFeS}_2$ )和赤銅礦( $\text{Cu}_2\text{O}$ )。
- (2) 用赤銅礦時,把他混合焦煤共熱,就還原而得銅。



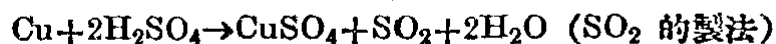
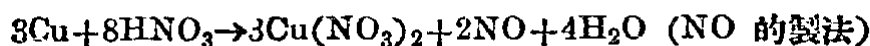
#### 2. 銅的性質

(1) 銅是紅色金屬,富於延性和展性。是電和熱的良導體(熔點  $1082.6^\circ$ )。

- (2) 在空氣中強熱,變成氧化銅  $\text{CuO}$ :



- (3) 遇硝酸或熱濃硫酸都易溶解。



- (4) 在濕空氣中易生銅綠〔這銅綠的成分是鹼性碳酸銅  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 〕。

#### 3. 銅的用途

- (1) 日常用器具、電線、電用機械等。

- (2) 可造各種合金:

黃銅、青銅、德銀、白銅、鉛銅等。

#### 4. 硫酸銅( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

製法:

- (1) 把銅在濃硫酸中加熱:



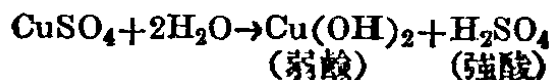
- (2) 藉空氣中氧素的作用,把銅屑溶解到稀硫酸中,就得硫酸銅(這

是工業製法)。

性質：

(1) 硫酸銅是美麗的藍色晶體，俗稱膽礬。無結晶水時是白色粉狀物。

(2) 易溶於水，溶液是藍色，因起加水分解作用，所以是酸性反應。



用途：

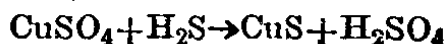
(1) 殺蟲劑、防腐劑(利用銅離子的毒性)。

(2) 鍍銅、電池、染色劑等。

5. 銅鹽的檢定

(1) 銅鹽的水溶液概是藍色而有毒。

(2) 遇硫化氫就起黑色硫化銅(CuS)的沈澱：



(3) 遇多量的氨水，變成深藍色的溶液。

### 練 習 問 題

1. 就硫酸銅說明次列各項：

(A) 晶體和水溶液的色；(B) 把晶體搗碎成粉加熱時所起的變化；  
(C) 把(B)所得的物質加入水中時起何變化；(D) 水溶液中通入硫化氫時所起的變化。

2. 欲得 10 仟克的膽礬，要幾仟克的銅屑和硫酸？但 Cu=63, S=32, O=16, H=1。

### 第二節 銀(Ag)

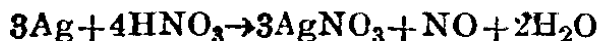
1. 銀的性質

(1) 銀是白色金屬，富於延展性。

(2) 銀是熱和電的良導體，居金屬的第一位。

(3) 銀在空氣中不氧化。遇硫和硫化氫，就變成黑色的硫化銀(Ag<sub>2</sub>S)。

(4) 硝酸或熱的濃硫酸可溶解銀。但稀硫酸或鹽酸不起作用。



(5) 遇苛性鹼不起作用。

## 2. 銀的用途

(1) 貨幣、裝飾品、鍍銀、照相等。

(2) 鹼工業用作蒸發銀鍋等。

## 3. 硝酸銀(AgNO<sub>3</sub>)

(1) 把銀溶到硝酸內，再蒸發使牠結晶。



(2) 硝酸銀是無色片狀晶體，易溶於水，有腐蝕性。

(3) 供醫藥(腐蝕劑、殺菌劑)、照相(製乾片)等用。

## 4. 鹵素化銀

氯化銀、溴化銀、碘化銀等總稱為鹵素化銀。有通性如次：

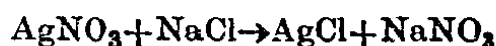
(1) 可溶於硫代硫酸鈉(大蘇打)(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)的溶液。

(2) 有感光性(感光後變成黑紫色)。

(3) 用來製造照相乾片、軟片、和印像紙等。

### A. 氯化銀(AgCl)：

(1) 在硝酸銀溶液中加食鹽水，就可製得：



(2) 製造時成爲白色的沈澱(不遇光不變色)。

### B. 溴化銀(AgBr)：

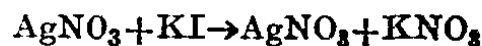
(1) 在硝酸銀溶液中加溴化鉀就可製成：



(3) 是淡黃色的沈澱。

### C. 碘化銀(AgI)：

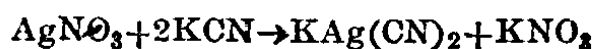
(1) 在硝酸銀溶液中加碘化鉀就得：



(2) 是黃色沈澱。

## 5. 銀氰化鉀[KAg(CN)<sub>2</sub>]

(1) 在硝酸銀溶液中加過量的氰化鉀。



(2) 銀氰化鉀是白色晶體，可溶於水。用作鍍銀液。



示純金的方法是用開 (carat) 作單位, 純金定為 24 開; 例如 18 開金, 即含有  $\frac{18}{24}$  純金的意思。

(2) 供照相、鍍金等用。

### 3. 金的化合物

A. 氯金酸(俗呼氯化金)( $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ):

(1) 用王水溶解金, 蒸發就得。

(2) 是黃色的針狀晶體, 供照相和鍍金等用。

金氰化鉀( $\text{KAu}(\text{CN})_4$ ):

(1) 使金的化合物和氰化鉀作用就得。

(2) 是無色的可溶性鹽, 用來鍍金。

### 練 習 問 題

1. 在金鹽的水溶液中投入鋅, 放置後, 起甚麼化學變化?

## 第三章 鉑(Pt)

### 1. 鉑的性質

- (1) 鉑俗呼白金,是白色金屬,富於延展性(比重 21.5)
- (2) 熔點很高(約  $1770^{\circ}$ )。
- (3) 雖在高溫,也不氧化,酸類和一切藥品都不能侵犯。
- (4) 遇王水可緩緩的溶解,變成四氯化鉑( $\text{PtCl}_4$ )。

### 2. 鉑的用途

- (1) 化學器具(板、線、坩堝、蒸發皿等),裝飾品等。
- (2) 鉑黑粉(又稱白金黑,或白金海綿或鉑絨)有顯著的接觸作用,常用作接觸劑(催化劑)。

### 3. 鉑的化合物

#### A. 氫鉑酸( $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ):

- (1) 用王水溶解白金,蒸發就得。
- (2) 是紅褐色晶體。供照相術用。

#### B. 鉑化銨( $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ ):

- (1) 在氫鉑酸的溶液中加氯化銨溶液,就得鉑化銨的沈澱。
- (2) 這是黃色粉。加熱則氨飛散,變成白金海綿,若用石棉吸附這物來燒熱,就得黑灰色的白金石棉,都用作接觸劑。

## 第四章 鐵族元素

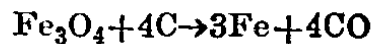
### 第一節 鐵(Fe)

#### 1. 鐵的冶金

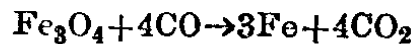
主要鐵礦：赤鐵礦( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、磁鐵礦( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、菱鐵礦( $\text{FeCO}_3$ )等。

方法：

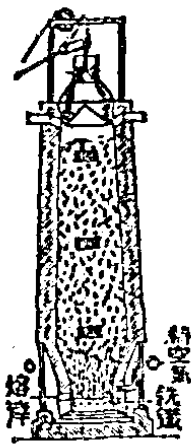
(1) 由熔礦爐上部投入鐵礦（例如磁鐵礦）、焦煤、石灰石，交互成層，由爐下部吹入熱空氣，使焦煤燃燒，發生一氧化碳，使鐵還原。



或

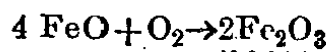
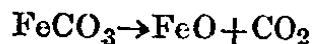


(2) 停在爐底的溶鐵，使其流出，在砂上凝固，就得銑鐵。礦中的土砂和石灰石化合，變成礦鏘〔矽酸鹽( $\text{CaSiO}_3$ )〕，蓋在熔鐵表面，防鐵氧化。



第 26 圖  
熔礦爐

〔註〕若礦石不是氧化鐵，可先燒成氧化鐵，然後用同樣方法使鐵還原，再行上述的(1)法就得了。



#### 2. 銑鐵（又稱鑄鐵）

(1) 這是由熔礦爐製成的鐵，含有多量(2—6%)的碳素，少量的矽、錳、磷、硫等。

(2) 銑鐵是灰白色，硬而脆。雖無鍛接性，但易熔解(熔點  $1200^\circ$ )，適用於鑄造物品。

(3) 用作製鋼原料，和鑄造鍋爐、管柱等。

#### 3. 鍛鐵

製法及性質：



- (1) 把鉄鐵放在反射爐中加熱可製得。
- (2) 含碳素的量在 0.5% 以下。富於延展性。熔點高。可以鍛接。
- (3) 用作製鋼原料, 又製造鐵絲、釘、鎖等。

#### 4. 鋼

製法:

(1) 西門子馬丁法 在鉄鐵中混加適宜的赤鐵礦和鐵屑, 放在開爐中加熱, 可鍊成鋼。

(2) 柏塞麥法 把熔解的鉄鐵放在迴轉爐中, 從爐底送入高壓的空氣, 將碳素等燒去, 再加適宜的純鉄鐵。

(3) 電鍊法 把粗製鋼放在電爐內, 用碳素棒和鐵作電極, 通入強電流加熱, 除去鋼中的雜質就得鋼。

性質:

- (1) 含碳素的量, 在鉄鐵和鍛鐵的中間(0.5—1.7%)。
- (2) 可以鑄造或鍛接。又強熱後, 急速冷卻之, 硬度大增, 但質脆; 若徐徐冷卻, 就變軟, 彈性大。
- (3) 用來造刀劍類、彈簧、船艦、軌道、機器、建築材料等。

#### 5. 特種鋼

在鋼中混加適當量的鎳、鉻、錳、鎢、鉍等, 製成合金, 強韌性等更增加。總稱為特種鋼。

(例) 鎳鋼(鎳 3.5%): 用作鋼板、鎗、錐等。

高速鋼(鎢約 20%, 鉻約 3%, 少量的鈮): 用造切斷金屬的刀等。

鉻鋼(鉻 12%): 不生鏽。用造刀類。

#### 6. 鐵的氧化物

A. 氧化鐵(或稱三氧化二鐵, 或稱鐵丹)( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ):

- (1) 天然產為赤鐵礦, 是紅鐵鏽的一種。
- (2) 燒綠礬(硫酸亞鐵)就可製得:

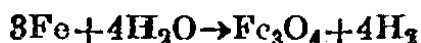
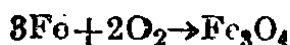


- (3) 這是暗紅色粉, 用作顏料或研粉等。

B. 四氧化三鐵( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ):

- (1) 天然界成為磁鐵礦而產出, 是黑鐵鏽的主要成分。

(2) 把鐵在空氣中燒紅，或在燒紅的鐵上通過水蒸氣，就可製得：



(3) 這是黑色物質。在鐵器表面造成這種氧化物時，因其質緻密，包被表面，不再生鏽。

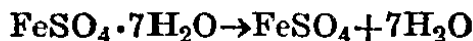
### 7. 硫酸亞鐵(綠礬)( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

製法：用稀硫酸溶解鐵，或燒黃鐵礦( $\text{FeS}_2$ )，在空氣中曝露就得。

性質：

(1) 這是綠色的晶體，所以俗呼綠礬。

(2) 緩緩燒牠，先失去結晶水，變成白色粉( $\text{FeSO}_4$ )，更燒熱，就變成三氧化二鐵( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )：



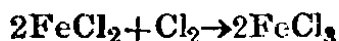
用途：

(1) 製造墨水或鐵丹。

(2) 用作媒染劑、防臭劑、消毒劑等。

### 8. 氯化鐵(或稱三氯化鐵)( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )

(1) 在氯化亞鐵( $\text{FeCl}_2$ )中通入氯素：



(2) 這是黃色結晶塊，易潮解。用作止血藥。

### 9. 鐵離子的性質

鐵可生 2 價( $\text{Fe}^{2+}$ )和 3 價( $\text{Fe}^{3+}$ ) 兩系統的鹽類；前者稱為亞鐵鹽，後者稱為鐵鹽。兩方離子的色不同，又加赤血鹽、黃血鹽、硫氰化鉀等時，看有無沈澱，就可區別。

|                                           | 亞鐵離子 $\text{Fe}^{2+}$                                       | 鐵離子 $\text{Fe}^{3+}$                                    |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 離子的色                                      | 淡綠色                                                         | 淡黃色                                                     |
| 赤血鹽<br>$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ | 藍色沈澱(藤氏藍)<br>$\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$        | 無沈澱                                                     |
| 黃血鹽<br>$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ | 白色沈澱<br>$\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$<br>吸收空氣中的氧而變藍 | 藍色沈澱<br>普魯士藍<br>$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ |
| 硫氰化鉀<br>$\text{KSCN}$                     | 無變化                                                         | 血紅色物質<br>$\text{Fe}(\text{SCN})_3$                      |

## 練習問題

1. 在熱鐵上通過水蒸氣，發生氫和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；又熱氧化鐵，通過氫氣，可得水蒸氣和鐵。說明其變化。
2. 防鐵鏽的方法如何？

## 第二節 鈷(Co)

## 1. 鈷的性質

- (1) 鈷是帶藍白色的金屬，且有弱磁性。
- (2) 在空氣中難變化。

2. 氯化鈷( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )

- (1) 用鹽酸溶解氧化鈷，就得氯化鈷。
- (2) 是紅色柱狀晶體，加熱就變成藍色的無水物。
- (3) 用氯化鈷水溶液寫字在白紙上，僅僅現淡黃色，不易看得見，但是放在火上烘乾，就現出藍色的字。

## 第三節 鎳(Ni)

## 1. 鎳的性質

- (1) 鎳是白色金屬，質硬而有弱磁性。
- (2) 在空氣中難生鏽。在鹽酸或硫酸中，緩緩溶解，在硝酸中溶解很易。
- (3) 黃銅、鐵、銅器等常鍍鎳。又可造合金、(我國現在通用之新輔幣就是鎳製的)。

2. 硫酸鎳銨( $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )

- (1) 硫酸鎳( $\text{NiSO}_4$ )和硫酸銨( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ )的混合溶液加熱，就得硫酸鎳銨。
- (2) 是綠色可溶性的晶體。用來鍍鎳。

## 3. 複鹽和錯鹽

A. 複鹽：二種以上的鹽結合而成的複合物，稱為複鹽，在水溶液中時，各分解成原來的鹽類，且各成分鹽的離子，仍混合而存在。

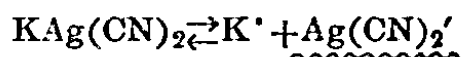
(例) 1 硫酸鎳銨( $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ )其水溶液中由硫酸鎳和硫酸

鉍所生的離子仍是  $\text{Ni}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$  等, 不生新離子。

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

B. 錯鹽: 這也是由二種以上的鹽結合而成, 但是溶解在水中時, 生出新離子(稱爲錯離子), 爲原來成分鹽中所無。

(例) 1 銀氰化鉀 ( $\text{KAg}(\text{CN})_2$ ), 氰化銀 ( $\text{AgCN}$ ) 和 氰化鉀 ( $\text{KCN}$ ) 結合而成銀氰化鉀, 溶解在水內時, 新生出銀氰離子  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ :



(例) 2 黃血鹽 ( $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ )

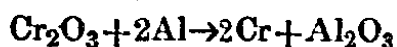


## 第五章 鉻及錳

### 第一節 鉻(Cr)

#### 1. 鉻的性質

(1) 把氧化鉻( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )和鋁粉混合共熱,就還原而製得鉻:



(2) 鉻是灰白色金屬。熔點極高( $3000^\circ$ )。

(3) 製造鉻鋼,及鎳鉻線(鎳、鉻、鐵的合金),用作電熱器的電阻線。

#### 2. 重鉻酸鉀( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

(1) 這是美麗的紅色柱狀晶體。

(2) 在水溶液中生出紅色的重鉻酸離子  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ :



(3) 其酸性溶液有強氧化作用:



(4) 用作氧化劑、電池的消極劑、和製造染料等。

### 第二節 錳(Mn)

#### 1. 錳的性質

錳是帶紅色的金屬,質很硬(熔點  $1230^\circ$ )

#### 2. 二氧化錳( $\text{MnO}_2$ )

(1) 天然成爲軟錳礦  $\text{MnO}_2$  而產出。

(2) 是黑色粉。

(3) 供氯、溴、碘、和火柴等之製造,又製造氧氣時用作接觸劑,電池用作消極劑等。

#### 3. 高錳酸鉀( $\text{KMnO}_4$ )

(1) 是有光澤的紫色針狀結晶。

(2) 易溶於水,現出高錳酸離子的紅紫色。



(3) 氧化力大,尤其在酸性溶液中很甚。

(4) 用作氧化劑、消毒劑、殺菌劑、防腐劑,檢查飲料水中的有機物等。

飲料水中加硫酸一滴,和高錳酸鉀液一滴,熱數分鐘;若有有機物果存在,此液就變紅紫色。

#### 練 習 問 題

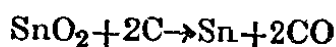
1. 敘述高錳酸鉀及重鉻酸鉀之外觀,又就其用途而言,究竟以如何之化學作用為基礎。

## 第六章 錫族元素

### 第一節 錫(Sn)

#### 1. 錫的冶金

把錫石( $\text{SnO}_2$ )和木炭混合共加強熱,就還原得錫:

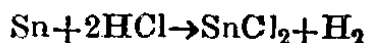


#### 2. 錫的性質

- (1) 錫是有藍色光輝的金屬(熔點  $232^\circ$ )。富於展性。
- (2) 常溫時在空氣不變化。高溫時就被氧化發白色焰而燃燒。
- (3) 錫的用途在製造馬口鐵(把鐵板磨光後,侵入已熔解的錫就得),日用器具,合金(錫藥、青銅、活字金)等。

#### 3. 氯化亞錫[二氯化錫( $\text{SnCl}_2$ )]

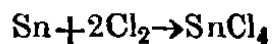
- (1) 把錫在濃鹽酸中溶解,就可製得:



- (2) 氯化亞錫是白色針狀晶體,特稱錫晶( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )。
- (3) 是強還原劑。自身氧化而變成四氯化錫。
- (4) 用作還原劑和媒染劑等。

#### 4. 氯化錫[四氯化錫( $\text{SnCl}_4$ )]

- (1) 把氯直接通過錫上就製成:



- (2) 四氯化錫是無色的發煙液體。
- (3) 用作媒染劑,或使絲織物增加重量。

### 第二節 鉛(Pb)

#### 1. 鉛的存在

天然界成爲方鉛礦( $\text{PbS}$ )而產出。

## 2. 鉛的性質

- (1) 鉛是藍白色的金屬，質軟易熔（熔點  $326^{\circ}$ ）。
- (2) 在空氣中加熱，變成黃色氧化鉛( $\text{PbO}$ )，或紅色的鉛丹( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )。
- (3) 鹽酸或硫酸幾不和鉛起作用。硝酸或醋酸容易溶解，各生成硝酸鉛( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )，醋酸鉛(鉛糖)[ $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ ]等。

## 3. 鉛的用途

- (1) 用作煤氣管、自來水管、造硫酸的鉛室、蓄電池極板等。
- (2) 製造合金(鋸藥、活字金、散彈等)和鉛白等。

## 4. 鉛的氧化物

### A. 氧化鉛(密陀僧)( $\text{PbO}$ ):

- (1) 把鉛在空氣中加熱就製成。
- (2) 氧化鉛是淡黃色粉。用來製造鉛玻璃，和蓄電池等。

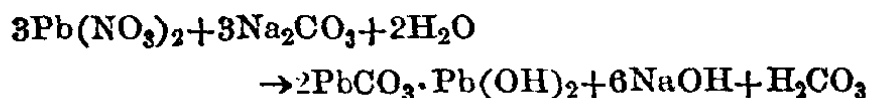
### B. 四氧化三鉛(鉛丹,光明丹)( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ):

- (1) 把氧化鉛或鉛白在空氣中強熱就得。
- (2) 四氧化三鉛是紅色粉。遇硝酸可變成黑褐色物質〔即過氧化鉛( $\text{PbO}_2$ )〕。(此種作用和銀朱  $\text{HgS}$  不同，可以區別)。
- (3) 用來製造顏料、鐵器的防鏽、和鉛玻璃等。

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

製法:

- (1) 鉛鹽(硝酸鉛)的水溶液中加碳酸鈉溶液，就生鉛白(這是實驗室法):



- (2) 把鉛板捲成筒形，重疊放在醋鍋上，再用炭火緩緩加熱。

性質和用途:

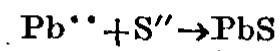
- (1) 這是白色粉狀物，用作白色顏料，油漆，化粧白粉等；
- (2) 被覆力雖強，但遇硫化氫就變黑〔生成硫化鉛( $\text{PbS}$ )〕，稍溶於水，生成有毒的鉛離子，是其缺點。

## 6. 鉛離子

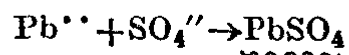
- (1) 鉛離子的原子價( $\text{Pb}^{++}$ )是 2，有毒。



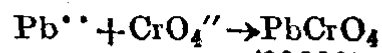
(2) 遇硫化氫生成黑色沈澱(硫化鉛)。



(3) 遇硫酸離子可生白色沈澱(硫酸鉛)。



(4) 遇鉻酸離子可生黃色沈澱(鉻酸鉛)：



### 練 習 問 題

1. 就鉛說出下列各項的意義

A. 礦石    B. 製法    C. 性質    D. 合金    E. 三種

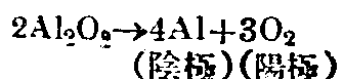
氧化物的名稱和分子式。

2. 比較白色顏料中銻華和鉛白的優劣。

## 第七章 鋁(Al)

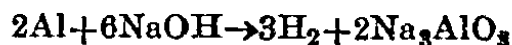
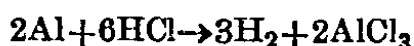
### 1. 鋁的冶金

把冰晶石放在電爐內加熱熔解,再加三氧化二鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ),而電解之:

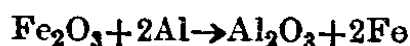


### 2. 鋁的性質

- (1) 鋁是銀白色的輕金屬(比重 2.7)。
- (2) 富於展性和延性,又是熱和電的良導體。
- (3) 不溶於硝酸。可溶於鹽酸或苛性鹼,發生氫素:



(4) 還原力強,且在起還原作用時,發生大熱。所謂熔鋼劑就是應用這種作用,也就是鋁粉和氧化鐵的混合物。使這混合物點火,可把鐵燒熔成遊離狀態,所以常用來熔接鋼鐵器具(約可熱到  $3000^\circ \text{C}$ )。



### 3. 鋁的用途

- (1) 製造日用食器、飛機、汽車和其他軍器等。
- (2) 用作熔鋼劑,熔接鋼鐵。
- (3) 製造合金(鋁銅齊、鎂鋁齊、鋁錳等)。

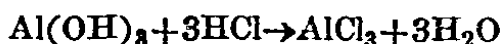
### 4. 氧化鋁(三氧化二鋁,礬土)( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

(1) 天然界成爲鋼石(鋼玉,無色)、紅寶石(含有氧化鉻,紅色)、藍寶石(含氧化鐵和氧化鈦,藍色)等而產出。

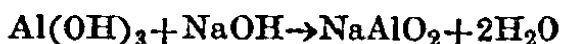
(2) 供裝飾品和研磨等用。

### 5. 氫氧化鋁( $\text{Al}(\text{OH})_3$ )

- (1) 在鋁鹽的溶液中加氨水,就生白色膠狀沈澱。
- (2) 有酸和鹼的兩種性質。就是所謂兩性化合物;遇強酸可生鋁鹽:



遇苛性鹼就溶解,生成鋁酸鹽:



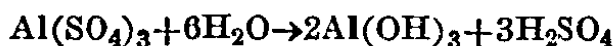
(3) 能和種種色素結合,生成不溶性的美麗化合物;所以用作媒染劑:

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

製法: 在硫酸鋁( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )溶液中加硫酸鉀( $\text{K}_2\text{SO}_4$ )溶液,就得明礬結晶。

性質: (1)無色,正八面結晶。加熱就失結晶水,變成白色塊狀物;這稱為燒明礬或枯礬。

(2) 水溶液有渣味,並有酸性;這是因為明礬所含的硫酸鋁起加水分解所致:



用途: 媒染劑、淨水、製革、製藥、製紙等都用明礬。

#### 7. 陶瓷器

(1) 把陶土( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、長石( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )、石英( $\text{SiO}_2$ )等的粉混合起來,加水捏合,造成器物,陰乾後,放進窯內去燒,就得瓷坯或土坯。

(2) 把瓷坯浸入釉藥(長石粉和灰汁的混合液),再放進窯內去強燒,使表面發生玻璃狀的皮膜。

(3) 用金屬的氧化物在瓷坯或釉藥膜上繪畫種種花紋,再燒後,就發生種種色彩。例如用氧化鈷得藍色,用氧化錳得綠色等。

(4) 陶器的質粗鬆,有吸水性;瓷器的質透明,無吸水性,敲擊時發出金屬狀的響聲。

#### 8. 水泥(俗稱洋灰)

(1) 混合石灰石( $\text{CaCO}_3$ )和黏土( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) (混合比約為 8:1),燒至強熱(約  $1400^\circ$ )後,搗成粉碎。

(2) 主要成分是由矽酸鈣和鋁酸鈣而成。組成概要是  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 。

(3) 用水潤濕,經過數小時後就硬化。在泥中加砂和礫,使其硬化而得之物,稱為混凝土。用鐵棒或鐵網作心造成的,稱為鋼骨混凝土或鐵筋混凝土。

## 第八章 鋅族元素

### 第一節 鎂(Mg)

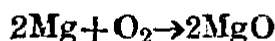
#### 1. 鎂的冶金

把光鹵石( $\text{MgKCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )溶解後,電解就可得鎂。

#### 2. 鎂的性質

(1) 鎂是銀白色的輕金屬。

(2) 點火就發強光(富於紫外線,化學作用很強),生成氧化鎂( $\text{MgO}$ )白粉。



(3) 在高溫時和氮素直接化合,生成氮化鎂  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  (不和氮化合)。

#### 3. 鎂的用途

夜間照相的光源、煙火、還原劑、合金(鎂鋁齊)等。

#### 4. 氯化鎂( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )

(1) 存在於海水或粗製食鹽中。

(2) 無色的針狀晶體,有潮解性。

(3) 加熱就變成無苦味又無潮解性的氧化鎂。



粗製食鹽含有  $\text{MgCl}_2$ , 所以有苦味和潮解性, 燒過後成為所謂燒鹽, 不苦不潮解, 就是上面所說明的理由。

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

(1) 硫酸鎂是無色針狀晶體, 可溶於水, 水溶液有苦味。

(2) 用作瀉劑。

### 練習問題

1. 說明燒的過食鹽無潮解性的理由。

2. 取鎂 0.029 克溶解於稀硫酸, 在溫度  $27^\circ \text{C}$ ., 壓力 750 毫米時,

製得 30.4 c.c. 氫。求鎂的化學當量。

## 第二節 鋅(Zn)

### 1. 鋅的存在

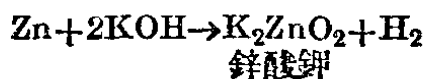
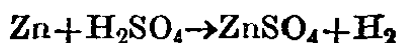
天然界成爲閃鋅礦(ZnS),菱鋅礦(ZnCO<sub>3</sub>)等而產出。

### 2. 鋅的性質

(1) 鋅是藍白色的金屬。在常溫時比較脆,熱到 100°—150°,纔有展性。

(2) 在濕空氣中,僅僅表面生緻密的薄層,是鹼性碳酸鋅(ZnCO<sub>3</sub>·Zn(OH)<sub>2</sub>),能保護內部不繼續變化。

(3) 可溶於酸和苛性鹼,發生氫素。



### 3. 鋅的用途

(1) 製造氫、還原劑、電池的陰極、合金(黃錫,德銀等)。

(2) 鋅鍍在鐵板或鐵絲表面,就是所謂洋鐵皮或白鐵,可用來造水桶,蓋屋頂和造電線等。

### 4. 氧化鋅(鋅白,鋅華)(ZnO)

(1) 熱碳酸鋅就可製造氧化鋅。



(2) 氧化鋅是白色粉。(遇硫化氫不變黑,毒性又少,被覆力雖比較劣,但作爲鉛白的代用品,製造白色顏料。)

(3) 用作白色顏料。橡皮製品的填充劑、醫藥(軟膏、撒布藥)等。

### 5. 硫酸鋅(皓礬)(ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O)

(1) 硫酸鋅是無色晶體,有毒性。

(2) 加硫化鋇(BaS)溶液,就起硫酸鋇(Ba(SO<sub>4</sub>))和硫化鋅(ZnS)的白色混合沈澱。這可用來造鋅鋇白。

(3) 供媒染劑、醫藥(眼藥)等用。

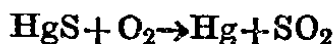
## 練習問題

1. 鋅華和鉛白的分子式如何?並說出牠們的化學鑑別法。

## 第三節 汞(Hg)

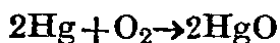
## 1. 汞的冶金

把辰砂(HgS)放在窯裏燒,發生汞汽(水銀的蒸氣),收集而冷凝之就得汞,俗呼水銀。



## 2. 汞的性質

- (1) 在常溫時,汞是唯一的液態金屬(熔點  $39^\circ$ , 比重 13.6)。
- (2) 常溫時,汞在空氣中不變化。熱到高溫,變成紅色的氧化汞(HgO)。



- (3) 能和鐵及鉑以外的多數金屬作成合金;此種合金,概稱汞齊。

## 3. 汞的用途

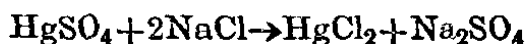
- (1) 溫度計或氣壓計用的液體就是汞。又用作種種醫藥的原料。
- (2) 金或銀的冶金(利用汞齊)。

## 4. 硫化汞(HgS)

- (1) 天然界成爲辰砂而產出。
- (2) 這是紅色或黑色粉狀物;用作銀朱或顏料。

5. 氯化汞(二氯化汞,昇汞)(HgCl<sub>2</sub>)

- (1) 把食鹽和硫酸汞的混合物加熱就得:

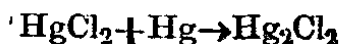


- (2) 昇汞是白色針狀晶體,稍可溶於水。極毒。加氨水,就生白色沈澱。

- (3) 用作消毒劑或防腐劑等。

6. 氯化亞汞(一氯化汞,甘汞)(Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)

- (1) 在昇汞中加水銀,加熱蒸餾就得甘汞:



- (2) 甘汞是白色粉狀物,不溶於水。加氨水,變成黑色。
- (3) 用作瀉劑或利尿劑等。

## 練 習 題

1. 取 54.6 克氧化汞使其分解,若溫度是  $24^\circ \text{C}$ ., 氣壓是 770 毫米, 可得幾升氧? 但  $\text{Hg} = 200$ 。

## 第九章 鹼土金屬

### 1. 鈣(Ca)

(1) 天然界成爲方解石( $\text{CaCO}_3$ )、石灰石( $\text{CaCO}_3$ )、石膏( $\text{CaSO}_4$ )、磷灰石( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ )、氟石( $\text{CaF}_2$ )等而產出。

(2) 鈣是銀白色金屬。常溫時使水緩緩分解，發生氫素：



### 2. 碳酸鈣( $\text{CaCO}_3$ )

(1) 石灰石(成爲大岩脈)、方解石(純粹的)、大理石、白堊、卵殼、珊瑚等，幾乎就是純粹的碳酸鈣。

(2) 受強熱時，分解成氧化鈣或二氧化碳：



(3) 可溶於酸，生成二氧化碳：



(4) 在含有二氧化碳的水中，變成可溶性的碳酸氫鈣而溶解：



這溶液被熱時，就向逆反應進行，發生二氧化碳，碳酸鈣又沈澱出來。石灰岩發生洞穴，就是上式中向右( $\rightarrow$ )進行的反應；洞穴中又生鐘乳石或石筍，就是向左( $\leftarrow$ )的逆反應。

(4) 用作建築材料(大理石)，又用作生石灰或水泥等的原料。

### 3. 硬水 軟水

含有鈣或鎂等鹽類的水，稱爲硬水；否則爲軟水。硬水的種類如次：

(1) 暫時硬水：含有鈣或鎂的酸性碳酸鹽，煮沸可變成軟水(變成碳酸鹽而沈澱)。

(2) 永久硬水：含有鈣或鎂的硫酸鹽。可用碳酸鈉使牠軟化(鈣變成碳酸鈣而沈澱)：



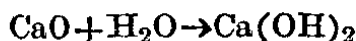
近來又用人造沸石( $\text{NaAlSiO}_4$ )作軟化劑。

#### 4. 氧化鈣(生石灰)( $\text{CaO}$ )

(1) 把碳酸鈣強熱就得：



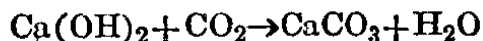
(2) 生石灰是白色固體，難於溶解。和水作用，發很大的熱，變成氫氧化鈣(消石灰)( $\text{Ca(OH)}_2$ )：



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

(1) 消石灰是白色粉狀物。僅微溶於水(成石灰水)，溶液有鹼性。

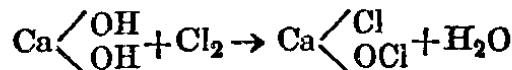
(2) 石灰遇二氧化碳，發白色乳濁狀物(就是碳酸鈣( $\text{CaCO}_3$ ))：



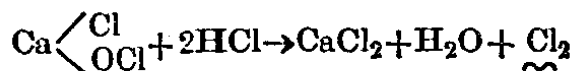
(3) 用作膠灰、粉筆等(吸收空氣中的二氧化碳而硬化)。又用來製造肥料和漂白粉等。

#### 6. 漂白粉( $\text{CaOCl}_2$ )

(1) 把氯素通過消石灰，就製得漂白粉：



(2) 漂白粉是白色粉狀物，有氯的臭氣。遇酸就放出氯素：



所以氧化、漂白、殺菌等作用等，和氯相同。

(3) 用來漂白(棉類和紙料)、防腐、殺菌(飲料水)等。

#### 7. 硫酸鈣( $\text{CaSO}_4$ )

(1) 天然界成爲石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )而產出。

(2) 是白色晶體或粉狀物。僅微溶於水，成爲永久硬水。石膏被熱(約至  $107^\circ$ )，失去大部分結晶水，成爲白色粉這叫做燒石膏( $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )。燒石膏遇水，又再得結晶水而硬化。

(3) 用來製造模型、塑像和固定劑等。

#### 8. 鹼土類金屬

鈣( $\text{Ca}$ )、銦( $\text{Sr}$ )、鋇( $\text{Ba}$ )等總稱鹼土金屬。

(1) 此類金屬的原子價概爲二。氫氧化物僅能微溶於水，呈顯鹼性。



碳酸鹽難溶於水(酸性碳酸鹽可溶)。

(2) 特有的焰色反應:鈣是黃紅, 鉍是黃綠, 銻是深紅。

練 習 問 題

1. 硬水和軟水如何區別, 使硬水變成軟水的方法如何?
2. 比較漂白粉和二氧化硫的漂白作用。

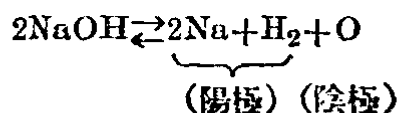
## 第十章 鹼金屬

### 第一節 鈉(Na)

#### 1. 鈉的產狀、製法和性質

(1) 天然界成爲食鹽(NaCl), 智利硝石(NaNO<sub>3</sub>)等而產出。

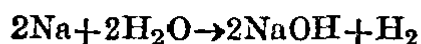
(2) 用鐵作電極, 把苛性鈉熔解後, 電解就得。



(3) 鈉是銀白色軟金屬(可用小刀削割)。

(4) 在空氣中容易氧化, 失去光澤(須用石油貯藏)。

(5) 和水作用激烈, 放出氫, 生成苛性鈉(利用這性質可以製氫):



#### 2. 氯化鈉(食鹽)(NaCl)

(1) 海水中約含有 2.5% 的食鹽, 又成爲岩鹽, 出產於天然界。

(2) 食鹽是無色的立方晶體, 有鹹味。

(3) 供烹調、食品的貯藏, 以及製造碳酸鈉、苛性鈉、漂白粉等。

#### 3. 氫氧化鈉(苛性鈉)(NaOH)

(1) 電解食鹽水, 可以製苛性鈉。此時陽極放出氯; 陰極放出氫, 同時生成苛性鈉。

(2) 苛性鈉是白色固體, 有潮解性, 易溶於水, 溶液有強鹼性反應, 能腐蝕動植物質。

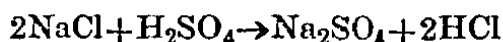
(3) 造肥皂、紙、染料、人造絲等時要用苛性鈉。

#### 4. 碳酸鈉(蘇打、洗濯蘇打、洗濯鹼)(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O)

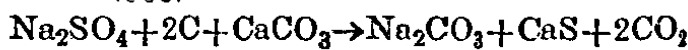
製法: 有路布蘭法 索爾味法 電解法等。

##### A. 路布蘭法:

(1) 先把食鹽和硫酸相混共熱，作成硫酸鈉：



(2) 在這硫酸鈉中混合石炭及石灰石，加強熱，就得碳酸鈉和硫化鈣的混合物，稱爲黑灰：



(3) 把黑灰浸到水中作成溶液，再使結晶，就得碳酸鈉。

B. 索爾味法(氨鹼法)：

(1) 把氨和二氧化碳氣壓入濃食鹽水，製成碳酸氫鈉：

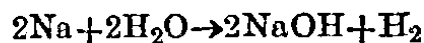
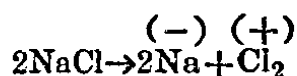


(2) 把這碳酸氫鈉強熱，就得碳酸鈉：

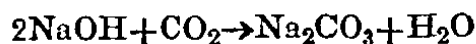


C. 電解法：

(1) 電解食鹽水，陰極可得鈉，這鈉即刻和水作用，放出氫，同時生苛性鈉：



(2) 在這苛性鈉溶液中通入二氧化碳氣，就得碳酸鈉：

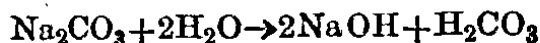


性質：

(1) 碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )是無色透明的晶體。

(2) 在空氣中漸漸失去結晶水，變成白粉(風化)。

(3) 水溶液起加水分解作用，呈顯鹼性反應。



用途：

洗濯、鈉化合物的原料、玻璃原料等。

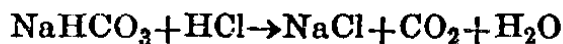
5. 酸性碳酸鈉(碳酸氫鈉、小蘇打)( $\text{NaHCO}_3$ )。

(1) 碳酸氫鈉是白色粉。僅微溶於水，有弱鹼性。

(2) 遇熱放出二氧化碳氣，成爲碳酸鈉：



(3) 遇酸也發生二氧化碳：



(4) 用作醫藥，又供製造麵包粉、清涼飲料等之用。

6. 硝酸鈉(智利硝石)( $\text{NaNO}_3$ )

(1) 硝酸鈉是無色晶體。潮解性很強。

(2) 用來製造硝石( $\text{KNO}_3$ )、硝酸( $\text{HNO}_3$ )、和氮素肥料等。

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

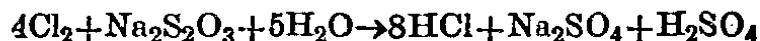
硫酸鈉是無色晶體。有風化性。用來製造碳酸鈉和玻璃等。

8. 硫代硫酸鈉(大蘇打)( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

(1) 硫代硫酸鈉是無色晶體。有潮解性。

(2) 水溶液可溶解銀的鹵化物(用來定像)。

(3) 和氯易作用(使用漂白粉後用牠作去氯劑)。



### 練 習 問 題

1. 試就洗濯蘇打解答次列各問：

a. 放在乾空氣中如何變化？如何說明？

b. 加熱如何變化？如何說明？

c. 水溶液遇石蕊汁如何反應？如何可以說明？

d. 水溶液中加硫酸如何變化？如何說明？

2. 欲使下列的變化順序進行要用何法？

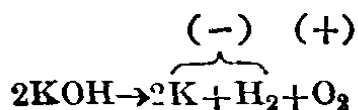


### 第二節 鉀(K)

1. 鉀的性質

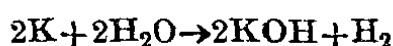
(1) 天然界成爲砂金鹵石( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )，或正長石( $\text{AlKSi}_3\text{O}_8$ )等而產出。

(2) 電解已熔的苛性鉀，即可製得：



(3) 鉀是銀白色金屬(須貯藏於石油中)。

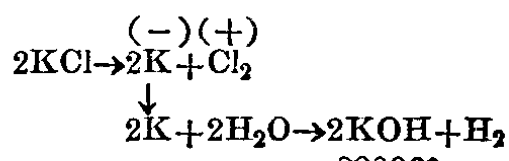
(4) 和水激烈作用,發生氫,又生成苛性鉀:



鉀的性質和鈉極相似,但是牠的作用更激烈。例如上式中所發生的氫,遇到鉀和水的化合熱,就在水面上燃燒(鈉和水作用時氫不致燃燒)。

2. 氫氧化鉀(苛性鉀)(KOH)

(1) 電解氯化鉀的水溶液,就可製得:



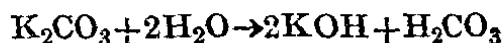
(2) 苛性鉀是白色固體,有潮解性,能够吸收二氧化碳。

3. 碳酸鉀( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )

(1) 陸生植物的灰中約含有 10% 的碳酸鉀。

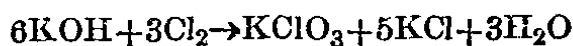
(2) 無水的碳酸鉀是白色粉,有潮解性(結晶碳酸鉀有風化性)。

(3) 碳酸鉀的水溶液起加水分解作用,呈顯鹼性:



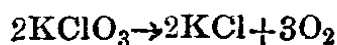
4. 氯酸鉀( $\text{KClO}_3$ )

(1) 把電解氯化鉀熱濃溶液所生的苛性鉀和氯作用,就得氯酸鉀。



(2) 氯酸鉀是白色的板狀晶體,僅微溶於冷水。

(3) 熱到 400 °C. 時,就分解而發生氧(利用這法可以製氧):

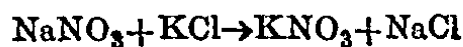


(4) 和可燃性物質混和摩擦,容易爆發。

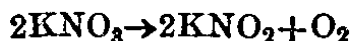
(5) 用作氧化劑、醫藥(含漱劑),和製造煙火、爆發物等。

5. 硝酸鉀(硝石)( $\text{KNO}_3$ )

(1) 在智利硝石的濃溶液中加氯化鉀的濃溶液,再加熱,就製得硝酸鉀。這時生成的  $\text{KNO}_3$  和  $\text{NaCl}$  都可溶於水,但溶解度不同,可利用來使牠們分離:



(2) 硝石是白色柱狀晶體,燒熱容易放出氧:



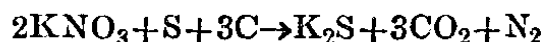
(3) 用作氧化劑，或製造黑火藥和硝酸等。

### 6. 黑火藥

(1) 黑火藥的重量成分如次：

硝石( $\text{KNO}_3$ )：硫(S)：木炭(C) = 75:12:13 (約數)

(2) 黑火藥點火，發生多量的氣體，起反應如下：



### 7. 鹼金屬

鉀(K)、鈉(Na)、鋰(Li)、銣(Rb)、鉯(Cs)等五元素總稱鹼金屬。牠們的通性如次：

(1) 鹼金屬都是銀白色的輕軟金屬。反應力概強，牠們的化合物，幾乎概可溶於水。概成一價的陽離子。

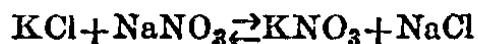
(2) 和水作用概烈，發生氫。氫氧化物的水溶液概有強鹼性。

(3) 這等元素各有特殊的焰色反應：

|    |    |   |    |    |
|----|----|---|----|----|
| Li | Na | K | Rb | Cs |
| 紅  | 黃  | 紫 | 紅  | 藍  |

### 練 習 問 題

1. 下列化學方程式是可逆反應，所以硝石的生成不十分完全，但是普通都用這法來製造硝石，是何理由？



## 第十一章 放射性元素

### 1. 鐳 (Ra)

(1) 鐳是白色的重金屬，在空氣中容易氧化。

(2) 鐳和鐳的鹽類都有放射性，放出  $\alpha, \beta, \gamma$  三種射線，可使照相乾片感光，又可使空氣離子化，變成電的傳導體，對於人體也有特種的生理作用。

(3) 供放射線的研究和醫治病之用。

### 2. 元素的蛻變

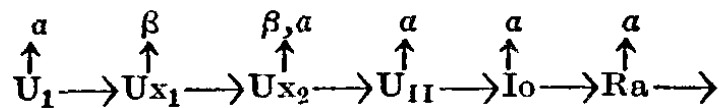
鐳放出的  $\alpha$  射線是氦原子，鐳自身就變成氡(Rn)。氡更分解，變成鐳A，鐳B等，至於鐳G，已無放射性，完全成為和鉛相似的元素。這稱為元素的蛻變。

鐳G(原子量 206)和鉛(原子量 207.22)的性質完全相同，不能分離，這稱為同位素。同位素的原子序數相同，僅原子量不同。所謂同位素就是在週期表中位置相同而原子量不同的元素。多數元素都是同位素的混合物。

### 3. 鈾(U)

(1) 鈾是銀白色的重金屬。

(2) 鈾和牠的化合物都有放射性。鈾放出射線後，起蛻變現象如次：



(3) 鈾的化合物發黃綠的螢光，製造玻璃時，用為加色劑。





# 第四編 有機化合物

## 第一章 碳化氫

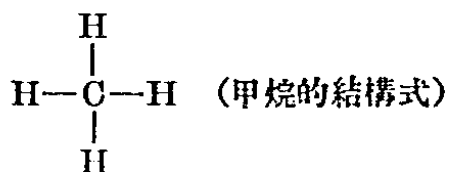
### 1. 碳化氫(烴)(hydrocarbon)

碳和氫的化合物總稱碳化氫,簡稱烴。

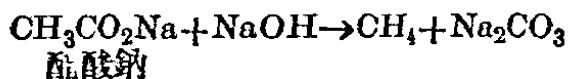
(例) 甲烷(CH<sub>4</sub>) 乙烷(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) 丙烷(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) 乙炔(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)  
苯(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) 萘(C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>)

### 2. 甲烷(沼氣)(CH<sub>4</sub>)(methane)

(1) 植物質積在池沼的底部,自然分解,就生甲烷。



把醋酸鈉和鹼石灰相混而加熱,就製得甲烷。  
[鹼石灰是苛性鈉(NaOH)和消石灰[Ca(OH)<sub>2</sub>]  
的混合物]:



(2) 甲烷是無色、無臭、無味的氣體。

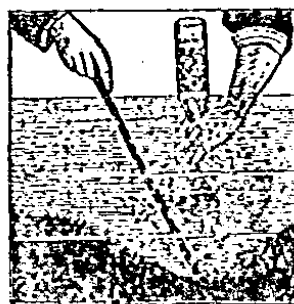
(3) 點火就發淡藍色焰而燃,發生二氧化碳。



(4) 和空氣或氧混合,點火就爆發。炭坑的爆發,就是有甲烷存在的緣故,所以又叫做炭坑氣。

### 3. 乙炔 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 結構式 H—C≡C—H

(1) 把水加到碳化鈣上,就生乙炔。

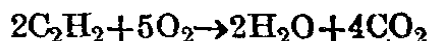


第 27 圖  
從池底採取沼氣



(2) 乙炔是無色、有毒、有惡臭的氣體。

(3) 點火就放強光而燃燒。

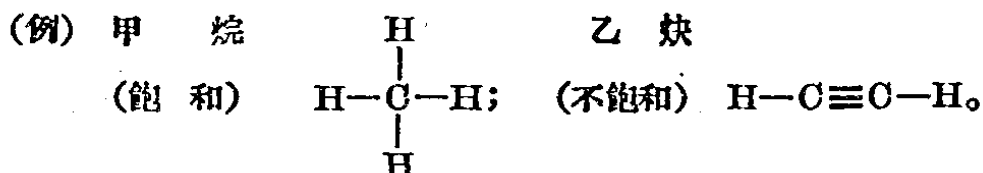


(4) 與空氣混合點火就爆發。

(5) 用來點燈，又用作氧炔焰 (2700°)，可以切斷或熔接鋼鐵類。

#### 4. 飽和烴 不飽和烴

就結構式說，碳素和碳素僅用一線相結合時，稱為飽和烴；若碳素的原子還沒有充分和他物結合，牠自身用二線或三線相結合時，稱為不飽和烴。



#### 5. 石油(煤油,火油)。

石油是種種碳氫混合成的。用分餾法可使牠分解成次列各物：

(1) 揮發油      餾出溫度 150° 以下。

(2) 燈 油      餾出溫度 150—300°。

(3) 重 油      餾出溫度 300° 以下。

(4) 石油瀝青      最後剩留的黑色物。

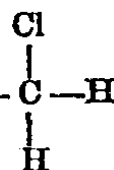
#### 6. 甲烷的衍生物

甲烷的氫原子可被鹵素取代，生成甲烷的衍生物，主要的如下：

A. 三氯甲烷(哥羅仿,氯仿)( $\text{CHCl}_3$ ):

(1) 三氯甲烷是無色芳香液體(比重 1.5,沸點 61°)。

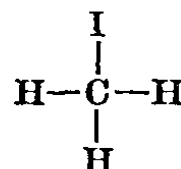
(2) 用作麻醉劑和溶劑等。



B. 三碘甲烷(碘仿)( $\text{CHI}_3$ ):

(1) 碘仿是黃色的六角板狀晶體。

(2) 用作防腐劑和醫藥(塗傷口)等。



#### 練 習 問 題

1. 石炭坑內的爆發是如何發生的?爆發的主要原因是何物質,記出牠的名稱和化學式。

2. 取碳化鈣 32 克投水中,發生乙炔,問標準狀況時這乙炔有幾升?

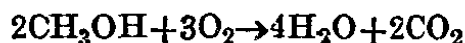
## 第二章 醇

### 1. 甲醇 (木精)(CH<sub>3</sub>OH)

(1) 乾餾木材，可得木醋酸(含有甲醇和醋酸等)；  
從木醋酸可提取甲烷。

(2) 甲醇是有毒的液體，無色而有香氣 (沸點 66°)。

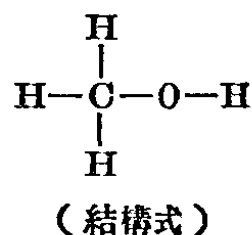
(3) 點火就發生淡藍色焰而燃燒。



(4) 遇氧化劑時，依氧化劑的強弱，可被氧化成次列各物：



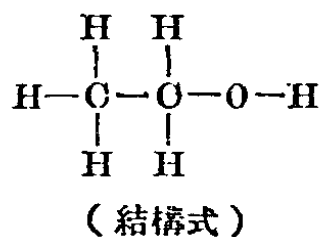
(5) 用來製造甲醛液、色素、假漆等。



### 2. 乙醇 (酒精) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

製法：

原料用糖蜜、澱粉、木材等。用澱粉時，先加麥芽使變為糖；用木材時，先加酸使變糖；然後加酵母使發酵，就得酒精 (約 10%)，再用蒸餾法使其變濃。



發酵：

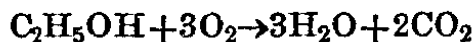
由酵母所引起的化學作用，稱為發酵。酵母體中含有酵素；酵素的作用，據推測好像接觸劑。僅能促進化學變，己身不變。由發酵作用而生酒精時，特稱酒精發酵。

性質：

(1) 酒精是無色液體，有香氣和焦味，是酒類的主要成分(比重 0.79，

沸點 78°)。

(2) 點火燃燒,溫度甚高:



(3) 依氧化的程度,可成爲醛或酸:



(4) 容易溶解樹脂、香料等有機物和碘素等。

用途:

(1) 用爲製造醚( $\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ )、醋酸( $\text{C}_2\text{H}_3\text{COOH}$ )、氯仿( $\text{CHCl}_3$ )、碘仿( $\text{CHI}_3$ )等的原料。

(2) 製造酊、假漆、香水等。又用作防腐劑、燃料、飲料等。

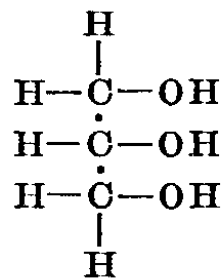
飲劣等酒時,頭痛腦暈,因爲其中含有雜醇油(以戊醇( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ )爲主成分)所致。

3. 甘油(丙三醇)[ $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ ]

(1) 從脂肪油類製造肥皂時,可得副產物甘油。

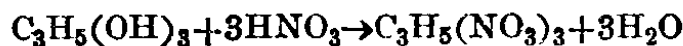
(2) 甘油是無色而黏濃的液體。有甜味,吸濕性很大。

(3) 用來製造爆炸藥、醫藥、化粧品、印刷油墨等。



4. 硝酸甘油(硝化甘油)[ $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ ]

(1) 把甘油緩緩細流入濃硝酸和濃硫酸的混合液中,有重液體(比重 1.6)析出,成爲油狀,就是硝化甘油:



(水被硫酸吸收)

(2) 硝化甘油是無色的油狀液體。遇急熱或打擊時,就猛烈爆發。

(3) 使矽藻土、澱粉、鋸木屑等吸收硝化甘油,就可以製造炸藥。

### 練 習 問 題

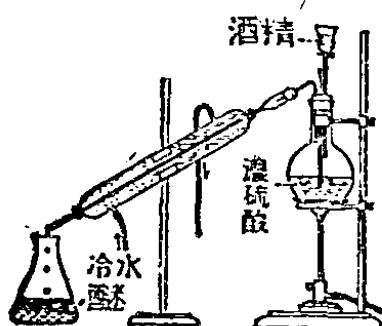
1. 用乙醇作例說明實驗式、示性式、和結構式。

2. 使 5 克乙醇燃燒時,生成何物?記出其名稱和量。

### 第三章 醚 醛

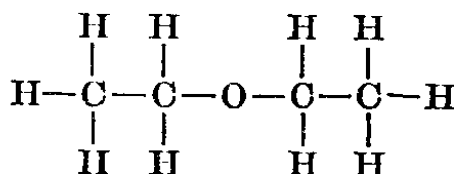
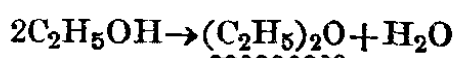
#### 1. 乙醚(醚)(ether)[(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O]

製法:



第 28 圖 醚的製取

在乙醇中混加濃硫酸,再加熱蒸餾(硫酸是用作去水劑):



性質:

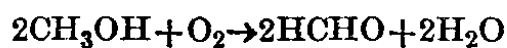
- (1) 醚是無色液體,有香氣和揮發性(比重 0.72, 沸點 35°)。
- (2) 容易引火,和空氣混合而點火時就爆發:  

$$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + 8\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$$
- (3) 不能與水相混合。可溶解樹脂或油脂等。
- (4) 長久吸入醚的蒸氣,人就麻醉。

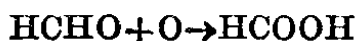
用途: 用作溶劑或麻醉劑等。

#### 2. 甲醛(蟻醛)(HCHO)

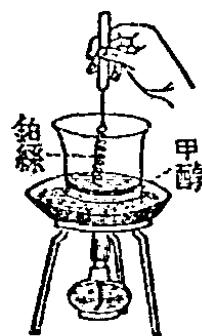
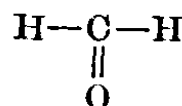
(1) 用紅熱的鉑作接觸劑,使甲醇的蒸氣和空氣中的氧化合,就得甲醛:



(2) 甲醛是無色氣體,有刺激性(沸點 210°)。40% 的甲醛水溶液稱為甲醛液(俗稱福爾馬林)。是強還原劑。甲醛和氧化合,變成甲酸的傾向很大:

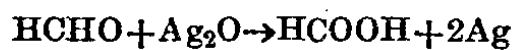


例如在硝酸銀的鹼性溶液(Ag<sub>2</sub>O)中加甲醛,銀就被



第 29 圖  
甲醛的生成

還原，發生銀鏡：

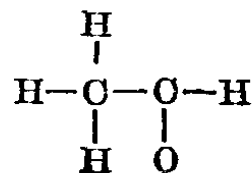


(3) 殺菌作用和防腐作用很強。用來消毒、防腐等。

3. 乙醛( $\text{CH}_3\text{CHO}$ )

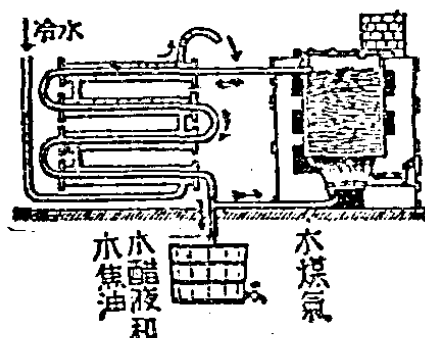
(1) 使酒精氧化可以製得乙醛。

(2) 乙醛是無色液體，有刺激性。化學作用和甲醛相似。



## 第四章 有機酸

凡有機酸概含有  $\text{COOH}$  原子團；特稱爲羧基(carboxyl)。



第 30 圖 木材的乾餾

### 1. 木材的乾餾

把木材放在鐵蒸餾器中，加熱乾餾，就得次列各物：

(1) 木煤氣：含有氫、甲烷、乙炔、一氧化碳等。用作燃料。

(2) 木醋酸：這是甲醇(1—2%)、醋酸(1%)、丙酮( $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ )(0.5%) 等的混合物。

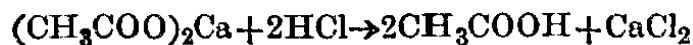
(3) 木焦油：含有石蠟、萘、石炭酸、癒瘡膠酚等。

(4) 木炭：用作燃料和冶金的還原劑。

### 2. 乙酸(醋酸)( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

製法：

(1) 在乾餾木材時所得的木醋液中加石灰乳，生成醋酸鈣後，再加濃鹽酸，蒸餾就得醋酸：



(2) 食用的醋，是 3—5% 的醋酸水溶液，用酒精或酸敗的酒類作原料，加水 and 醋母，就可以製食醋：



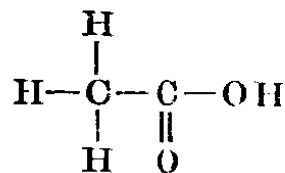
性質：

(1) 醋酸是無色液體，有刺戟性臭氣。遇冷容易凝結成冰狀物，這稱爲冰醋酸(熔點  $16.7^\circ$ )。

(2) 有弱酸性反應，可生成種種鹽類。醋酸鹽多是重要的物質。

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

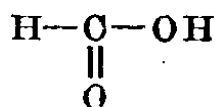
醋酸鉛  $[(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}]$ ..... 試藥、醫藥。



(3) 能够溶解多数有机化合物。

用途： 製造食醋、有机色素、醋酸鹽等。又用作溶剂。

3. 甲酸(蟻酸)(H·COOH)

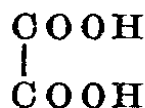


(1) 蟻、蜂、或蕁麻中都含有甲酸。

(2) 甲酸是无色液体，有刺激性臭(熔点 8.3°)。

和皮膚接觸，發生劇痛，並起水泡。蜂毒就是這酸的作用。

4. 草酸(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)



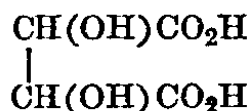
(1) 草酸是白色針狀晶體，有毒。

(2) 和濃硫酸共熱，分解而發生二氧化碳和一氧化碳：



(3) 染色術、去墨水污點、和去金屬器具的鏽等，都要用草酸。

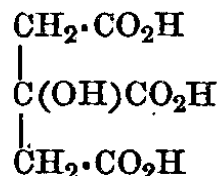
5. 酒石酸(4H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>)



(1) 這是無色透明的晶體，可溶於水，有爽快的清涼味。

(2) 用來製造清涼飲料；又用作媒染劑、麵包的烘粉等（烘粉是酒石酸 2，碳酸氫鈉 1，澱粉 1 的混合物）。

6. 檸檬酸(C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>)



(1) 檸檬酸成爲遊離狀態，存在於檸檬、蜜柑等果實中。

(2) 這是無色的晶體。清涼飲料水和媒染劑等都要用牠。

### 練 習 問 題

1. 乾餾木材，可得各種有用的有機物，試記出這些物質的名稱、性質、和主要用途。

2. 比較無機酸和有機酸的異點和類似點。

3. 用  $\frac{1}{2}$  規定苛性鈉溶液 42 c.c., 中和了 30 c.c. 食醋，問這食醋 1 升中含有醋酸幾克？但原子量 C=12, H=1, O=16。



## 第五章 酯 油脂類

### 1. 酯(ester)

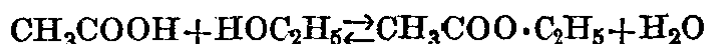
(1) 用烴基取代了酸(無論無機酸或有機酸)中可被金屬取代的氫原子，就得酯。普通把乙醇加進酸中，就可製成。

(2) 有機酸的酯是使有機酸和乙醇作用就得。是無色液體，普通難溶於水，多有果子香氣。用來造飲料或點心等。

|          |                                                                    |        |
|----------|--------------------------------------------------------------------|--------|
| (例) 醋酸乙酯 | (CH <sub>3</sub> COO·C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )               | (木瓜香)  |
| 醋酸戊酯     | (CH <sub>3</sub> COO·C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> )              | (香蕉香)  |
| 辛酸乙酯     | (C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> COO·C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) | (波羅蜜香) |

### 2. 醋酸乙酯(CH<sub>3</sub>COO·C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)

(1) 在醋酸和酒精混合液中加濃硫酸，蒸餾就得醋酸乙酯。濃硫酸有去水作用，所以反應向右進行：



(2) 這是無色液體，有揮發性。供醫藥和香料等用。

### 3. 油脂

油脂是高級脂肪酸，即：

|     |                                        |       |
|-----|----------------------------------------|-------|
| 棕櫚酸 | (C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH) | (飽和)  |
| 脂蠟酸 | (C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH) | (飽和)  |
| 油酸  | (C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH) | (不飽和) |

等和甘油(C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(OH)<sub>3</sub>(三元醇))化合而成的酯，有次列的成分：

|      |   |                                                                                               |            |
|------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 油的成分 | { | (C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> | (棕櫚酸酯, 固體) |
|      |   | (C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> | (脂蠟酸酯, 固體) |
|      |   | (C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> | (油酸酯, 液體)  |

在常溫時，成爲固體狀的叫做脂肪，成爲油狀的叫做油。

A. 乾性油：

(1) 含有不飽和的缺氫亞麻油酸( $C_{17}H_{31}CO_2H$ )的甘油酯( $C_{17}H_{31}CO_2$ )<sub>3</sub> $C_3H_5$ ), 吸收空氣中的氧, 自然乾固 (如桐油、荏油、亞麻油等是)。

(2) 用來製造油漆顏色、油漆、印刷墨、油紙等。

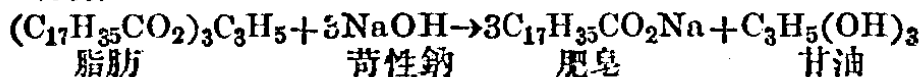
B. 不乾性油:

(1) 在空氣中不會乾固 (如橄欖油、菜油、豆油等)。

(2) 供食用、燈用、潤滑用等。

#### 4. 肥皂

製法: 把脂肪或油混合苛性鈉來長時間煮沸, 脂油中的高級脂肪酸甘油酯就起皂化作用, 分解成甘油和高級脂肪酸的鈉鹽, 這鈉鹽就是肥皂。

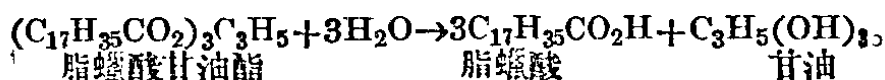


加食鹽水進去, 肥皂就浮出液面(這叫鹽析)。再加香料等煉合, 放進模型, 就可製成商品。

皂化(亦稱鹼化):

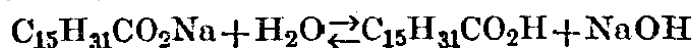
(1) 如上所述, 使脂肪分解成肥皂和甘油的變化, 稱為皂化。

(2) 脂肪被過熱水蒸氣分解時, 變成酸和醇, 這也稱為皂化:



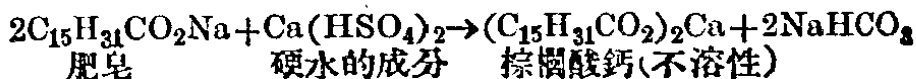
性質:

(1) 肥皂的水溶液起加水分解作用, 有弱鹼性:



(2) 肥皂的洗淨作用是生出來的鹼和脂肪等混合, 使牠成為細粒, 可用水洗去, 又肥皂液是有黏性的膠狀溶液, 發生泡沫, 有吸附污質的作用, 這就是洗淨的原理。

(3) 在硬水中使用肥皂, 生成脂肪酸的鈣鹽 (或鎂鹽), 這物不溶於水, 就減少洗淨的效力。

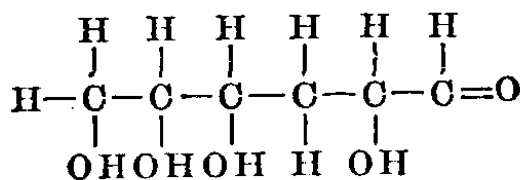


#### 練 習 問 題

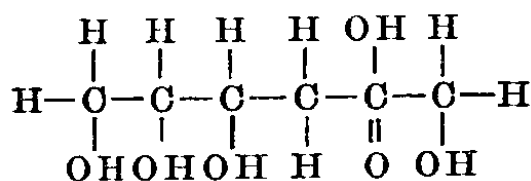
1. 舉出鹽和酯的最重要的類似點和異點。
2. 皂化是什麼作用? 舉例說明。
3. 說明肥皂的製法和洗淨作用。



- (1) 果糖常和葡萄糖相混，存在於果子中。  
 (2) 果糖易溶於水，難結晶。葡萄糖和果糖是同分異構物。



葡 萄 糖

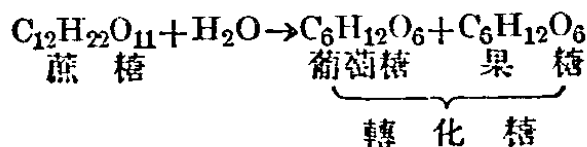


果 糖

4. 蔗糖(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>OC<sub>11</sub>)

- (1) 蔗糖存在於甘蔗和甜菜中。  
 (2) 熱到 160° C. 熔解，到 200° 附近，變成褐色的焦糖。更加熱，就碳化變成黑色。

(3) 加稀酸共熱，或由酵素(轉化酵素)的作用，生成等量的葡萄糖和果糖。這種變化稱為糖的轉化，這等混合物稱為轉化糖。



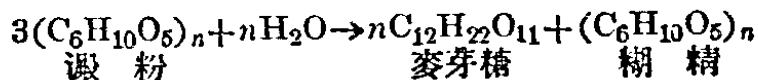
(4) 蔗糖不能還原斐林氏液。又不起酒精發酵。

5. 乳糖(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>·H<sub>2</sub>O)

乳中含有乳糖，是白色晶體，有弱甜味。

6. 麥芽糖(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>·H<sub>2</sub>O)

(1) 使糖化酵素和澱粉糊作用，就生糊精和麥芽糖(這混合物就是餡糖):



(2) 這是白色晶體，遇酵母可起酒精發酵。

7. 澱粉 (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>

(1) 澱粉存在於穀類、馬鈴薯、甘藷、百合等中。

(2) 這是白色粉。不溶於冷水，在熱水中，因外皮膨脹破裂，就變成糊。

(3) 澱粉糊遇碘素能變深藍色(可利用以檢定澱粉或碘)。

(4) 加稀酸煮沸，變成糊精，更變成麥芽糖和葡萄糖。

#### 8. 糊精 (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>

糊精存在於鈴糖、糯米等中。用作郵票和信封等的糊料。

#### 9. 纖維素 (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>

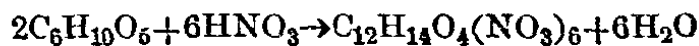
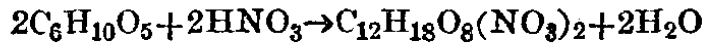
(1) 纖維素是植物細胞膜的主要成分(棉花、大麻、木材纖維等都是的)。

(2) 普通的溶劑不溶解。可溶於濃硫酸，加水煮沸，就成葡萄糖。所以由木材或紙等可以製糖，更可以酒精發酵而生酒精。

(3) 用作衣服、紙、火藥棉、棉膠液、賽璐珞、人造絲等的材料。

#### 10. 硝化棉

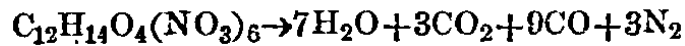
把纖維素浸入濃硝酸和濃硫酸的混酸中，就生硝化棉，或稱硝化纖維素。依酸的濃淡，時間的長短，溫度的高低等，可得硝化度為 2—6 的硝化纖維素(濃硫酸是去水劑)：



火藥棉：

(1) 外觀好像棉，成分是 C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>。

(2) 不溶於酒精和醚的混合液。點火即速燃燒而爆發。用來製造無煙火藥。



棉膠液：

(1) 把硝化度低的硝化棉，如 C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>O<sub>8</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C<sub>12</sub>H<sub>15</sub>O<sub>15</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>5</sub>，在酒精和醚的混合液中溶解，就得棉膠液。

(2) 這是透明的黏液，乾後剩留透明的皮膜。供醫術(塗布傷口)、照相乾片、人造絲、賽璐珞等用。

賽璐珞：

(1) 把硝化度低的硝化棉和樟腦相混，可製賽璐珞。

(2) 這是半透明的硬物質，溫度稍高，可變柔軟，適宜於加工。供製造照相軟片、教育用具、玩具、裝飾品等之用。

#### 11. 人造絲

(1) 用鹼處理纖維素，更和二硫化碳作用，製成黏液。把這黏液從細孔壓出，在氯化銨中凝固，就成人造絲（這稱為黏液絲）。

(2) 外觀很像天然蠶絲，光澤很強。但是成分和天然蠶絲完全不同。

#### 練 習 問 題

1. 說明轉化的意義。
2. 說出纖維素的化學性和主要的工業用途。
3. 說明由纖維素製酒精的方法。
4. 舉出爆發物三種，並記出各主要成分的名稱。

## 第七章 煤焦油 苯衍生物

### 1. 石炭的乾餾

把石炭放在隔絕空氣的爐中加熱，可得乾餾生成物如次：

(1) 氣體：煤氣 成分是氫(48%)、甲烷(32%)、一氧化碳(8%)等；用作燃料。

(2) 液體：氨液 成分以氨為主，供氨和硫酸銨肥料等的製造用。

煤焦油 可直接用作防腐劑，分餾生成物用作染料和醫藥等的原料。

(3) 固體：焦煤 乾餾器中所剩的碳素稱為焦煤。供燃料、冶金等用。

煤煙 這是乾餾器壁所吸附的碳素。用作電極。

### 2. 煤焦油的分餾

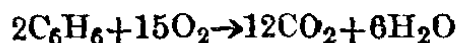
煤焦油是黑色的黏濃液，把牠分餾之後，可得次列各物質：

| 分 餾 物          | 蒸 餾 溫 度   | 主 要 成 分  | 用 途        |
|----------------|-----------|----------|------------|
| 輕 油            | 170° 止    | 苯, 甲苯等   | 溶劑, 製造染料   |
| 中 油<br>(石炭酸油)  | 170°—230° | 石炭酸和萘等   | 防腐消毒劑、製造染料 |
| 重 油<br>(甲 酚 油) | 230°—270° | 石炭酸、萘、素等 | 木材防腐劑      |
| 萘 油            | 270° 以上   | 萘        | 製造染料       |
| 瀝 青            | 餘 渣       | 黑色黏塊     | 磚瓦、塗料等     |

### 3. 苯(benzene) (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

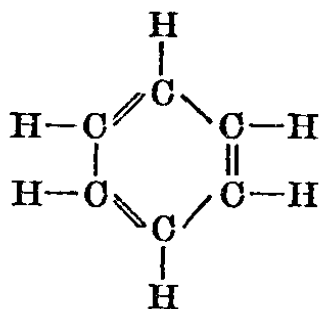
(1) 苯是無色液體，有特殊臭氣(沸點 80°，熔點 5.4°)。

(2) 易燃，發生多量的黑煙而燃燒：



(3) 能溶解脂肪、樹脂、橡膠、碘等，所以用作溶劑、清淨劑(去污點)，又用作染料的原料。

(4) 苯的結構式如次：

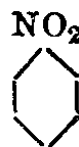
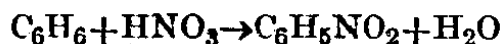


略號為



4. 硝基苯  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

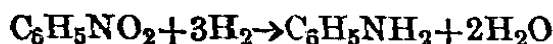
(1) 使苯和濃硝酸、濃硫酸的混酸作用就得：



(2) 這是淡黃色的油狀液體，供製造香料、苯胺等用。

5. 苯胺(aniline) ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ )

製法：用鐵和鹽酸(發生氫)使硝基苯還原就得：



性質：

(1) 苯胺是無色液體，由光或空氣的作用，變成紅褐色。

(2) 有弱鹼性，與酸化合而生鹽。例如鹽酸苯胺 ( $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$ )。



用途：各種苯胺染料的原料。

6. 石炭酸(苯酚、酚) ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )

(1) 從煤焦油分留物的中油內可提取石炭酸。

(2) 這是無色針狀晶體，有特殊臭。和空氣接觸，變成紅褐色。

(3) 僅微溶於水，有弱酸性。

(4) 腐蝕性和殺菌力大。用作消毒劑，又用作製造電木(甲醛和石炭酸的縮合物)、水楊酸、苦味酸等的原料。



7. 苦味酸( $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$ )

(1) 使石炭酸和濃硫酸濃硝酸的混酸作用，可製苦味酸：

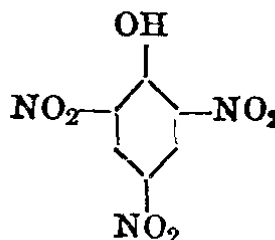




(2) 這是淡黃色的晶體,有毒,又有爆發性。

(3) 可溶於水,直接染絲或毛成黃色。

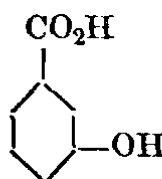
(4) 用作染料或爆發藥。但苦味酸(黃火藥)有酸性,能腐蝕金屬。所以近來多改用三硝基甲苯(T.N.T.)( $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ )。



8. 水楊酸( $C_6H_4(OH)CO_2H$ )

(1) 這是無色針狀晶體。用作防腐劑和醫藥等。

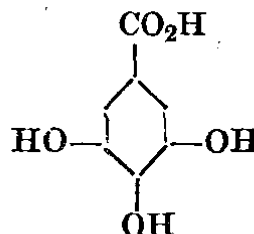
(2) 水楊酸鈉商品名散蘇, 乙酰水楊酸商品名阿司匹靈, 都是解熱藥。



9. 沒食子酸( $C_6H_2(OH)_3CO_2H$ )

(1) 五倍子或茶中有沒食子酸存在。

(2) 這是針狀晶體。和三價鐵鹽作用,發生藍黑色沈澱(黑墨水)。



(3) 能和膠或蛋白質結成不溶性化合物(鞣革就是利用這種作用)。

### 練習問題

1. 分餾煤焦油時所生的主要化合物如何? 記出其名稱、分子式、和用途等。
2. 試述由苯製苯胺的方法,更用化學方程式表示其變化。
3. 石炭酸的製法、成分、性質、和用途等如何?
4. 記出苦味酸的(a)分子式、(b)製法、(c)製造時的反應式、(d)性質、(e)用途。

## 第八章 萘 蔥

### 1. 萘(駢苯)(naphthalene)( $C_{10}H_8$ )

(1) 萘是石炭酸分餾物的一種成分，和石炭酸共存於中油內。



(2) 萘是白色晶體，有特殊臭(熔點  $80^\circ$ )。

(3) 容易揮發，殺菌力強。用作防腐劑，或染料的原料。

### 2. 靛藍( $C_{16}H_{10}N_2O_2$ )

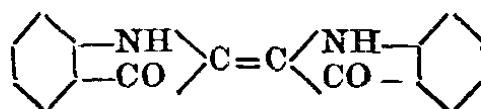
(1) 藍草葉中有靛藍存在。使萘和醋酸作用，可以人工造成。

(2) 這是藍色粉狀物，難溶於溶劑。用藥劑(鋅粉和苛性鈉)使其還原，變成靛白( $C_{16}H_{12}N_2O_2$ )，可溶於鹼。

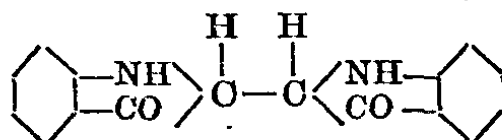
(3) 把布浸入靛白的鹼溶液中，再取出曝露於空氣，又氧化而變成靛藍，和布結牢。



第 31 圖 藍草



靛 藍



靛 白

### 3. 蔥(anthracene)( $C_{14}H_{10}$ )

(1) 煤焦油中約有 0.5% 的蔥存在。

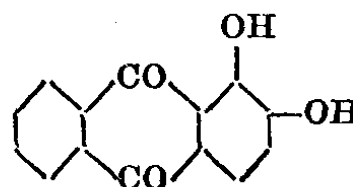
(2) 蔥是無色板狀的晶體。用作茜素的原料。



### 4. 茜素 $C_{14}H_8O_4$

(1) 茜根中有茜素存在。又可用蔥作原料來合成。

(2) 這是美麗的紅色晶體。(市上所售



者不純淨，是黃紅色的漿狀物。)

(3) 不液於水，可溶於鹼液，成爲紅紫色的溶液。把其他金屬鹽的溶液加入茜素溶液中，就生色彩美麗的沈澱。這稱爲沈澱色質，依金屬的種類而色不同：

| 金 屬 鹽 | 沈 澱 色 質 的 色 |
|-------|-------------|
| 鋁 鹽   | 紅 色         |
| 鐵 鹽   | 暗 紫 色       |
| 鉻 鹽   | 茶 褐 色       |

如上所說的金屬鹽類和可溶性色素結成不溶性的色質，固結在纖維上，這些金屬鹽類稱爲媒染劑；又如茜素等，要借媒染劑的力纔能染色，這稱爲媒染染料。茜素就是媒染染料的代表。

#### 5. 煤焦油染料

用煤焦油的分餾物，尤其是用苯胺作原料來合成的染料，總稱煤焦油染料或苯胺染料。

| 染 料 名 稱         | 用 途                |
|-----------------|--------------------|
| 一 品 紅 ( 紅 粉 )   | 直接染絲或毛，加媒染劑可染棉成紅色。 |
| 孔 雀 石 綠 ( 藍 粉 ) | 同 上。染 成 藍 色        |
| 甲 基 紫 ( 紫 粉 )   | 同 上。染 成 紫 色        |
| 人 造 藍           | 染 成 藍 色            |
| 人 造 茜 素         | ，用媒染劑染成各色。         |

#### 練 習 問 題

1. 下列人造染料的原料、性質、和染色法如何？  
苦味酸 靛藍 茜素
2. 舉出 5 種防腐消毒有效的物質名稱和分子式。

## 第九章 烯萜 橡皮 樟腦

### 1. 松節油(松香油)

(1) 通式  $C_{10}H_{16}$  所表示的碳氫，總稱為烯萜類(terpenes)。主要的代表物是松節油；用蒸汽蒸餾法，由松或杉等的樹脂可蒸餾而得松節油(俗呼松香油)。

(2) 這是無色的油狀液體，有特殊氣味。和空氣接觸，變成樹脂狀；有溶解樹脂、脂肪、橡皮等的性質。

(3) 供製造假漆、油漆等塗料用。

### 2. 橡膠(彈性橡膠)( $C_{10}H_{16}$ )<sub>n</sub>。

(1) 採取橡樹汁，使其凝固就得。

(2) 無色透明，有彈性。可溶於二硫化碳，松節油等。

(3) 在橡膠中混加硫磺(約 12—15%)製成加硫橡膠，這就得普通所用的橡皮。橡皮有彈性，可溶於二硫化碳或松節油等。硬橡膠是彈性橡膠中加多量硫磺製成的；用作電的絕緣材料和自來水筆幹等。

### 3. 樟腦( $C_{10}H_{16}O$ )

(1) 樟腦存在樟樹中。是無色柱狀晶體，有揮發性。用作香料、醫藥、防蟲劑、賽璐珞的原料等。

(2) 用烯萜(pinene)作原料，可由人工合成。

### 4. 薄荷腦( $C_{10}H_{20}O$ )

(1) 薄荷葉中有薄荷腦存在。

(2) 這是無色針狀晶體。有刺戟性香氣和清涼味。

## 第十章 生物鹼

生物鹼(植物鹼)(alkaloid)

生物體中有含氮素的鹼性有機物存在,總稱為生物鹼,普通多由植物體取得,所以又叫植物鹼。有苦味,和強烈的生理作用。多是貴重的藥品。主要的如次:

(1) 菸鹼( $C_{10}H_{14}N_2$ ) 存在煙草葉中;是無色無臭的液體,極毒。

(2) 金雞納( $C_{20}H_{24}N_2O_2$ ) 存在規那樹皮中;是有光澤的晶體。用作解熱劑和治瘧藥。

(3) 嗎啡( $C_{17}H_{19}NO_3 \cdot H_2O$ ) 存在未熟的罌粟果中;是無色晶體。用作鎮痛劑。



第 32 圖  
罌 粟 果

### 練 習 問 題

1. 生物鹼是甚麼化合物? 列舉三種生物鹼的名稱。

## 第十一章 蛋白質 尿素

### 1. 蛋白質

組成：蛋白質是動物體的主要成分，牠的組成如次：

|                |                |
|----------------|----------------|
| 碳·····50—55%   | 氫·····6.5—7.3% |
| 氮·····15—17.6% | 氧·····1.9—2.4% |
| 硫·····0.3—2.4% |                |

性質：蛋白質的主要反應如次：

(1) 遇熱易凝固，遇苦味酸、鞣酸、酒精、昇汞、硫酸銅等，可結成白色沈澱。

(2) 遇濃硝酸變黃色(蛋白質黃化反應)。

(3) 加入含有亞硝酸的硝酸汞溶液(密隆試藥)，再加熱，就凝固而顯紅色(密隆反應)。

(4) 加苛性鈉溶液後，滴入硫酸銅溶液，就呈顯紫色(式縮脲反應)。

主要的蛋白質如次：

(1) 蛋白素：普通的蛋白是蛋白素的水溶液。

(2) 乾酪素：存在哺乳動物的乳中。

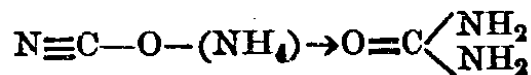
(3) 白明膠：把動物的皮骨等和水熬煮，就可製成。供食用和製造照相乾板等。

(4) 豆素：存在豆類中。是豆腐的主要成分。

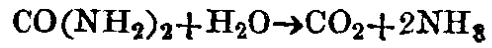
(5) 麸質：存在小麥中。由小麥粉提製。味精是先用硫酸分解麸質，生成麸質酸( $\text{CO}_2\text{H}\cdot\text{CH}(\text{NH}_2)\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CO}_2\text{H}$ )，再製成鈉鹽就得。

### 2. 尿素(脲) $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 或 $\left(\text{O}=\text{C}\begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix}\right)$

(1) 存在尿中。把氰酸銨( $\text{NH}_4\text{OCN}$ )的水溶液加熱，起分子內變位作用，就生尿素：



(2) 尿素是無色針狀晶體，分解時發生氨和二氧化碳：



練 習 問 題

1. 用卵白來作下列各種實驗，所得結果各如何？
  - a. 加熱時。
  - b. 加酒精時。
  - c. 加碳酸水時。
  - d. 加昇汞水時。
  - e. 加硝酸時。

## 第十二章 食物

### 1. 食物的要素(營養素)

我們日常所攝取的食物,有次列的六種:

- (1) 醣類(碳水化合物)(米、麥等)。
- (2) 脂肪(大豆、鳥獸肉類)。
- (3) 蛋白質(大豆、鳥獸肉類、魚類)。
- (4) 礦物質(食鹽、鈣類、鐵鹽)。
- (5) 水。
- (6) 維生素(魚肝油、米糠、新鮮菜蔬等)。

醣類、脂肪、蛋白質特稱三營養素。

### 2. 維生素

維生素是保持健康的一種營養素。已經決定的有次列幾種:

- (1) 甲種維生素(脂溶性)存在魚肝油、牛乳、奶油等中。缺少時,身體不易長大,又發生眼病。
- (2) 乙種維生素(水溶性)存在米糠、釀母菌等中。缺少時,易起腳氣病(心臟病)。
- (3) 丙種維生素(水溶性)存在新鮮菜蔬、橙橘類的果汁中。缺少時要起壞血病。
- (4) 丁種維生素(脂溶性)存在魚肝油中。有治佝僂病的效。麥角醇受紫外光線作用,就生這物。
- (5) 戊種維生素(脂溶性)存在穀類的胚子、植物的綠葉中。有助長生殖的效力。

### 練 習 問 題

1. 人類所需要的六種營養素是甚麼?
2. 試就各人所知略說維生素的性狀效用等。



## 練習問題略解

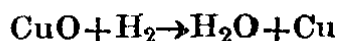
(第 1 頁)

1. 區別見本文。物理變化雖可單獨發生，但發生化學變化時必有物理變化隨着。例如蠟燭燃燒時先液化，次汽化，再熱到發火點，纔生焰而燃燒。

(第 6 頁)

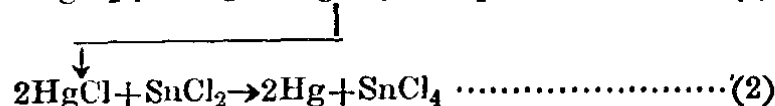
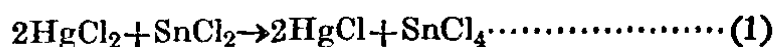
1. 參照式子可想出區別來，舉例就容易說明。

3. 狹義的：把黑色氧化銅加熱，通過氫時，反應如次：



這時氫被氧化，同時銅被還原。

廣義的：在昇汞水中滴加二氯化錫時，先起白色沈澱〔甘汞( $\text{HgCl}$ )〕，次變灰黑色沈澱(水銀( $\text{Hg}$ )遊離而出)。這時的反應如次：



就(1)式說，水銀是被還原 ( $\text{HgCl}_2 \rightarrow \text{HgCl}$ )，同時錫是被氧化 ( $\text{SnCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4$ )。

就(2)式說水銀是被還原 ( $\text{HgCl} \rightarrow \text{Hg}$ )，同時錫是被氧化 ( $\text{SnCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4$ )。

4. 硫酸銅時為酸性，碳酸鈉時為鹼性。硫酸銅的一部分和水作用，水解如次：



生成的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  極弱，而  $\text{H}_2\text{SO}_4$  是強酸，所以溶液全體呈顯酸性。碳酸鈉可看本文。

(第 8 頁)

1. 本題所問的區別如次：

| 化 合 物                     | 混 合 物                          |
|---------------------------|--------------------------------|
| (1) 成分元素的比率一定不變。          | (1) 混合成分的比率可任意變動。              |
| (2) 性質和成分元素完全不同。          | (2) 有各混合成分的共通性質,但成分的比率若變,性質亦變。 |
| (3) 不用化學的方法,不能使牠分解成爲成分元素。 | (3) 利用沸點或比重等不同的物理性,可以使各成分分開。   |

〔第 9 頁〕

1. 精製的例:(1)精製碘時,把碘汽引入梨形的接收瓷器中,使牠結晶;(2)把硫汽引入大磚室中,製成硫黃華等就是。

2. (1)苛性鈉起潮解,又吸收空氣中的二氧化碳,就生碳酸鈉,漸漸變成白色粉狀物。

(2)苛性鉀起潮解,又吸收空氣中的二氧化碳,生成碳酸鉀。這物也起潮解,所以變成液狀。

(3)結晶碳酸鈉風化了,變成粉狀物。

〔第 12 頁〕

2. 氧素爲 1 時,氮素的量 (a)  $\frac{63.6}{36.4} = 1.75 \dots\dots\dots 4$

氧素爲 1 時,氮素的量 (b)  $\frac{46.7}{53.3} = 0.875 \dots\dots\dots 2$

氧素爲 1 時,氮素的量 (c)  $\frac{30.4}{69.6} = 0.437 \dots\dots\dots 1$

就是氧和氮的化合物有上列的三種,這三種物質中氧的量同爲 1,而氮的量成爲簡單的整數比(4:2:1)。

〔第 14 頁〕

2.  $200 \times \frac{70}{76} \times \frac{273}{273+27} = 164 \text{ c.c.} \dots\dots\dots (\text{答})$

3.  $\text{NH}_3 = 17$ , 在標準狀況時,氮 17 克佔有 22.4 升的體積。所以 17 克氮在所設的狀況時,佔有體積爲  $22.4 \times \frac{1}{2} \times \frac{273+20}{273}$  (升), 所以牠 1 升的重量是:

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

(第 16 頁)

1. 氫 2 體積和氧 1 體積化合而生 2 體積的水蒸氣。依阿佛加德羅氏說,既是 2 分子氫和 1 分子氧化合成 2 分子水;所以水 1 分子最少必含有 1 個氧原子;就是由 1 分子的氧生出氧原子 2 個。所以氧素 1 分子是由 2 個氧原子而成的。

(第 18 頁)

1. 各氣體 1 克分子在標準狀況時,各佔有 22.4 升的容積,所以用克作單位表示分子量,以 22.4 除這分子量,就得該氣體 1 升的重量。

3. 22.4 升的重量是:

$$8.145 \times \frac{22.4}{5} = 36.48 \text{ 克} \therefore \text{分子量是 } 36.48 \text{ (答)}$$

(第 21 頁)

1. 決定組成

$$\text{水 } 0.1502 \text{ 克中的氫量} = 0.1502 \times \frac{2}{2 + 16} = 0.0117 \text{ 克}$$

$$\text{二氧化碳 } 0.5077 \text{ 克中的碳量} = 0.5077 \times \frac{12}{12 + 32} = 0.1385 \text{ 克}$$

$$\text{氫和碳的量} = 0.0117 + 0.1385 = 0.1502 \text{ 克}$$

所以這有機化合物是氫和碳結成的。

決定實驗式

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

$\therefore$  實驗式是 CH  $\dots\dots\dots$  (答)

決定分子式:

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

$\therefore$  分子式是  $(\text{CH})_6$  就是  $\text{C}_6\text{H}_6 \dots\dots\dots$  (答)

2. 分子式(a) $\text{CH}_4$ , (b) $\text{Cl}_2$ , (c) $\text{NO}_2$ , (d) $\text{CO}_2$ 。用 22.4 升除各物的 1 克分子量,就得各物 1 升的重量。再用 1.293 來除各物 1 升的重量就

得。

(第 23 頁)

1. 左右兩邊各原子的數應相等,就方程式看來:

$$\text{Cu 的數 } x=z \cdots \cdots (1) \quad \text{N 的數 } y=2z+u \cdots \cdots (3)$$

$$\text{H 的數 } y=2v \cdots (2) \quad \text{O 的數 } 3y=6z+u+v \cdots \cdots (4)$$

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

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

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

假定  $u=1$ , 由(6)  $v=2$  由(7)  $y=4$  把  $y=4$ ,  $u=1$  代入(3)式

$$\therefore z = \frac{3}{2} \text{ 由(1) } x = z = \frac{3}{2} \circ$$

$\therefore x = \frac{3}{2}$ ,  $y = 4$ ,  $z = \frac{3}{2}$ ,  $u = 1$ ,  $v = 2$ , 再用 2 來乘各係數使變成整數,

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

$$\therefore \text{方程式爲 } 3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$$

2. 在  $18^\circ \text{C}$ ., 769 毫米時, 把 5 升氫變算成標準狀況:

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

$$\text{方程式 } \begin{array}{c} \text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \\ 65 \text{ 克 } 98 \text{ 克} \qquad \qquad \qquad 22.4 \text{ 升} \end{array}$$

所求的鋅和硫酸的量各假定爲  $x$ ,  $y$  克,

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

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

$$3. \text{ 方程式: } \begin{array}{c} \text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \\ 100 \text{ 克 } 73 \text{ 克} \end{array}$$

使大理石(碳酸鈣) 100 克完全分解, 要用 73 克的 HCl, 所以含有 73 克 HCl 的 20% 鹽酸量是:

$$73 \times \frac{100}{20} = 365 \text{ 克}$$

〔第 25 頁〕

1. 直接和氫化合的元素：例如  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  等化合物中，直接看氫的原子數，可知氯是 1 價，氧和硫是 2 價，氮是 3 價，碳是 4 價。

和原子價已經知道的元素化合時：例如  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{AuCl}_3$  等，因氯是 1 價，所以知道鈉和鉀是 1 價，鈣是 2 價，金是 3 價。

某元素的原子取代氫原子時：例如  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnSO}_4$ ，鋅取代了 2 原子的氫，所以鋅是 2 價。

2. 生成的氫在標準狀況時，牠的體積是：

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

$$\text{生成的氫重量是 } \frac{2 \times 6.83}{22.4} = 0.61 \text{ 克.}$$

由題意鋅 20 克取代了 0.61 克的氫。

∴ 鋅的當量 (取代 1.008 克氫時的鋅量) 是：

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

〔第 27 頁〕

1. 食鹽 1 摩爾有  $\text{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$  克。此食鹽水 1 升中所含的食鹽量是：

$$2.34 \times \frac{1000}{20} = 117 \text{ 克}$$

$$\therefore \text{濃度是 } \frac{117}{58.5} = 2 \text{ 摩爾} \dots \dots \dots \text{(答)}$$

2. 比重 1.332 的溶液 1 升的重量是：

$$1.332 \times 1000 = 1332 \text{ 克}$$

所以 1 升中苛性鈉的量是：

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

苛性鈉  $\text{NaOH}$  的 1 摩爾是  $23 + 16 + 1 = 40$  克

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

3. 此鹽酸 1 升的重量是  $1000 \times 1.1$  克

$$1 \text{ 升中氯化氫的量是 } 1000 \times 1.1 \times \frac{20}{100} = 220 \text{ 克}$$

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

$\therefore$  濃度是  $220 \div 36.5 = 6.0$  摩爾 ..... (答)

鹽酸是一鹼度酸，所以 1 摩爾溶液就是 1 規定溶液。所以也可作為 6 規定。

(第 29 頁)

1. 所求的苛性鈉的濃度假定是  $x$  規定，

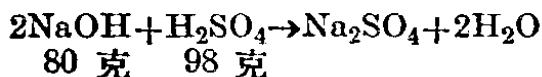
$$50x = 5 \times 30 \quad \therefore x = 3 \text{ 規定} \dots\dots\dots (\text{答})$$

又  $\text{NaOH} = 40$  克，所以 3 規定苛性鈉液 1 升含有  $40 \times 3$  克苛性鈉。所以 50 c.c. 中含有的量是：

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

2. 苛性鈉 1 規定液 100 c.c. 中的苛性鈉量是：

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



使此液中和所要的硫酸量是  $4 \times \frac{98}{80} = 4.9$  克，又 6% 稀硫酸 100 克中的硫酸量是：

$$100 \times \frac{6}{100} = 6 \text{ 克，所以硫酸多了 } 6 - 4.9 = 1.1 \text{ 克，就成紅色。}$$

3. 10% 苛性鈉溶液 8 克中的苛性鈉量是：

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

把他換算成當量，因  $\text{NaOH} = 40$ ，

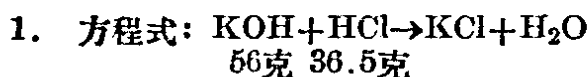
$$\therefore 0.8 \div 40 = 0.02 \text{ 當量。}$$

$\frac{1}{2}$  規定鹽酸溶液 1 c.c. 中含有  $\frac{1}{2 \times 1000}$  當量的氯化氫。假定所求的

體積為  $V$  c.c.，

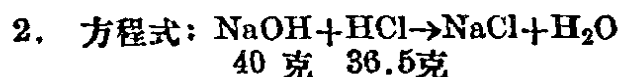
$$V \times \frac{1}{2 \times 1000} = 0.02 \quad \therefore V = 40 \text{ c.c.} \dots \dots \dots (\text{答})$$

〔第 32 頁〕

假定所求的氯化氫爲  $x$  克,

$$56:180=36.5:x$$

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



10% 鹽酸 20 克中含有氯化氫  $20 \times \frac{10}{100} = 2$  克。中和 2 克氯化氫

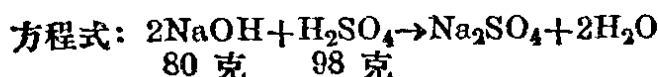
所要的苛性鈉假定是  $x$  克,

$$36.5:2=40:x$$

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

3. 此稀硫酸 1 c.c. 中的硫酸量是:

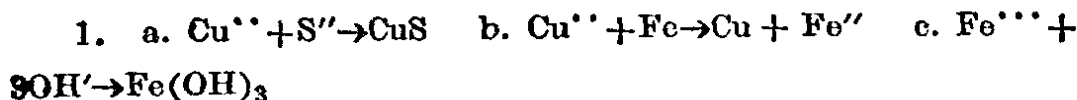
$$1.155 \times 10 \times \frac{21}{100} = 2.4 \text{ 克}$$

中和 2.4 克硫酸所要的苛性鈉假定是  $x$  克,

$$98:2.4=80:x$$

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

〔第 36 頁〕



2. a. 表示食鹽的電離。食鹽溶解於水,一部分解離成鈉離子和氯離子,水溶液的濃度一定時,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  的比率也有一定,保持平衡狀態。

b. 把含有氯離子( $\text{Cl}^-$ )的水溶液(如鹽酸或食鹽水)加入硝酸銀或硫

酸銀的溶液(含有銀離子(Ag'))中,常生氯化銀(AgCl)的沈澱。

c. 把鋅吊在含有鉛離子(Pb'')的水溶液(如醋酸鈉溶液)中,鋅就離子化(Zn'')而溶解,鉛離子反變成金屬鉛而析出。

d. 在硫酸根離子(SO<sub>4</sub>'')的水溶液中加鋇離子(Ba'')的水溶液,就生硫酸鋇沈澱。

3. 硫酸銅液:  $\text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}'' + \text{SO}_4''$

(+) 陽極是  $\text{SO}_4'' \rightarrow \text{SO}_4$ , 即刻和水作用:



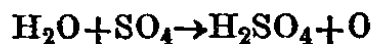
(-) 陰極是  $\text{Cu}'' \rightarrow \text{Cu}$ , 有銅析出。

4. 水的電解和稀硫酸的電解同。其實加入的稀硫酸有使水分解的作用。



(-)  $2\text{H}'$  放電,變成氫氣(H<sub>2</sub>),由陰極放出。

(+)  $\text{SO}_4''$  放電,變成  $\text{SO}_4$ , 即刻和水作用,



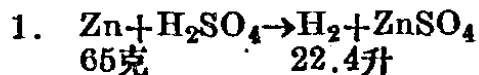
由陽極放出氧氣(O<sub>2</sub>)。

此處所生的 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 再反復電離如上。其所發生的氫和氧有 2:1 的關係,繼續結成分子,所以結局發生氫和氧的體積仍是 2:1。

(第 48 頁)

2. 氧 15 c.c. 和氫 30 c.c. 化合,所以剩 25 c.c. 的氫。

(第 49 頁)



由 32.5 克鋅所生的氫在標準狀況時的體積假定是  $x$  升,

$$65 : 32.5 = 22.4 : x \quad \therefore x = \frac{32.5 \times 22.4}{65} = 11.2 \text{ 升}$$

在 9°, 760 毫米時,依波義耳查理定律

$$11.2 \times \frac{273+9}{273} \times \frac{760}{750} = 11.7 \text{ 升} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(第 51 頁)



1. 天然存在的三態碳素是金剛石、石墨、木炭。燃燒時概生二氧化碳。由無定形碳素的水炭等可以製造金剛石或石墨，又把金剛石放在隔絕空氣的器中加熱，也可變成石墨。

(第 53 頁)

1. 使混合氣體通入苛性鉀溶液中，吸收了二氧化碳，就得氮素。其次加鹽酸到苛性鉀液中，使碳酸遊離。

(第 54 頁)

2.                   a.  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$   
                       b.  $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$

由此二式使 4000 c.c. 氫完全燃燒要 200 c.c. 氧，又使 600 c.c. 一氧化碳燃燒要 300 c.c. 氧，所以剩餘的氧是：

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

(第 55 頁)

1.  $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$

由 3 體積的氧生成 2 體積的臭氧。現在假定已變化的氧有  $x$  c.c.，剩餘的氧就是  $(1000 - x)$  c.c.，生成的臭氧就是  $\frac{2}{3}x$  c.c.。

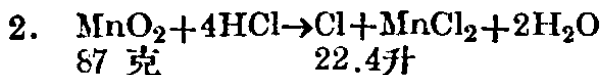
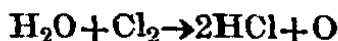
$$(1000 - x) + \frac{2}{3}x = 990$$

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

或就重量說： $1.429 \times 30 = 4.287$  克  $\dots\dots\dots(\text{答})$

(第 58 頁)

1. 有水存在時，分解如次式，發出初生態的氧，所以有漂白作用，如次式所示：



此礦石 100 克中含有 60 克純二氧化錳。

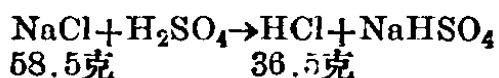
$$\therefore 87 : 60 = 22.4 : x$$

$$\therefore x = \frac{60 \times 22.4}{87} = 15.4 \text{ 升} \dots\dots\dots(\text{答})$$

〔第 60 頁〕

1. 瓶口發煙；濕潤的藍石蕊試紙變紅；用玻璃棒蘸氨水接近時生白煙等。

2. 此鹽酸中的 HCl 量是  $14.6 \times \frac{40}{100} = 5.84$  仟克



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

〔第 64 頁〕

1. a.  $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$   
b.  $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$

〔第 67 頁〕

1. a. 昇華發生紫色的碘汽。 b. 解離成氮和氯化氫，在冷處又再結合。 c. 硫磺溶解，先成液狀，結局沸騰而生褐色的硫汽。

2. 把鐵粉和硫磺混合，加熱使變成硫化亞鐵：



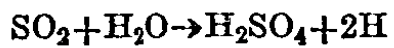
使遭硫化亞鐵和稀鹽酸或稀硫酸作用。

〔第 69 頁〕

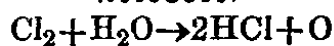
1. 稀硫酸不起作用。冷濃硫酸也不起作用。加濃硫酸再加熱時，就起作用。這時不發生氫，要特別注意：



2. 比較漂白作用，二氧化硫遇水，發出初生態的氫，是還原作用：



氯遇水發出初生態的氧，是氧化作用：



3. 方程式： $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

63 克  $\dots\dots\dots$  22.4 升 (標準狀況)

50 克  $\dots\dots\dots$   $x$  升

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

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

〔第 69 頁〕

1. 就  $\text{SO}_2$  和  $\text{SO}_3$  而言, 硫的量相同, 但氧的量自成 2:3 的比例。

〔第 72 頁〕

1. (1) 強酸。 (2) 和他種酸比較, 幾無揮發性。 (3) 吸水性強。  
(4) 比他種酸價廉。

2. 取一部分液, 加氯化鋇生白色沈澱的是硫酸; 加硝酸銀生白色沈澱的是鹽酸; 加少量銅屑再加熱, 發生褐色氣體 ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$  等和空氣接觸概成爲  $\text{NO}_2$ ) 的是硝酸。



$$1 \text{ 噸黃鐵礦中的硫: } 2240 \times \frac{42}{100} = 940.8 \text{ 磅}$$

$$\text{由此硫製得的硫酸: } 98 \times \frac{940.8}{32}$$

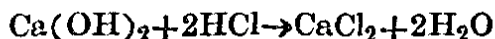
$$\text{所以 60\% 的鉛室硫酸: } 98 \times \frac{940.8}{32} \times \frac{100}{60} = 4802 \text{ 磅} \dots (\text{答})$$

〔第 74 頁〕

1. 把氯化銨加熱, 反應向右進行, 冷了又向左進行, 反應式如次:

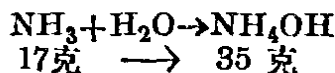


然熱時若有消石灰存在, 可將分解出來的  $\text{HCl}$  除去:



所以可製得氨 ( $\text{NH}_3$ )。

2. 氨  $\text{NH}_3 = 14 + 3 = 17$  克有 22.4 升 (標準狀況), 所以 50 升的  
重量是  $50 \times \frac{17}{22.4} = 38$  克  $\dots\dots\dots (\text{答})$



$$38 \longrightarrow x \text{ 克} \quad \therefore x = \frac{35 \times 38}{17}$$

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

〔第 75 頁〕

1. 在  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$  等中, 和同量的氮化合的氧, 自成 1 : 2 : 4 的比例。

〔第 77 頁〕

1. 把空氣中的遊離氮素變成化合物的方法, 叫做氮素固定法。例如使氮和氫合成氨, 或在空中行無聲放電, 使氮變成氧化物, 通入水中, 可得硝酸等就是的。

〔第 81 頁〕

1. 和 15.5 克磷化合的氧素量是  $35.5 - 15.5 = 20$  克, 磷酸酐中磷原子數和氧原子數的比是

$$\frac{15.5}{31} : \frac{20}{16} = 0.5 : 1.25 = 2 : 5$$

∴ 磷酸酐的化學式是  $P_2O_5$  ..... (答)

〔第 85 頁〕

1. 水晶的成分是二氧化矽(或稱矽酸酐)( $SiO_2$ )。
2. 普通的玻璃, 是由鈉和鈣的矽酸鹽以及二氧化矽而成(大約是  $Na_2SiO_3 \cdot CaSiO_3 \cdot 4SiO_2$ ); 難受鹼侵犯的玻璃, 是鉀玻璃, 把上式中的鈉換成鉀就得。能耐高熱的玻璃, 是石英玻璃, 由二氧化矽而成。

〔第 89 頁〕

3. 氯化銀( $AgCl=143.5$ ) 5.315 克中的銀量是

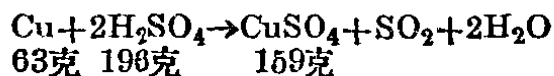
$$5.315 \times \frac{108}{143.5} = 4 \text{ 克}$$

所以合金中銀的百分比是  $\frac{4}{5} \times 100 = 80\%$  } ..... (答)  
 銀的百分比是  $100 - 80 = 20\%$  }

〔第 91 頁〕

1. (A)藍色; (B)成無水物, 白色; (C)水少時成結晶的藍色物, 水多時, 成藍色溶液; (D)鐵溶了, 銅就鍍在鐵面上(這是離子化傾向不同)。

2. 注意磨礬的性狀。



礱礬  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 249$  克

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

(第 93 頁)

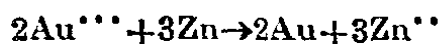
1. (A)和(B)有感光性，且能溶於硫代硫酸鈉。(C)可溶解未感光部分的鹵化銀。



(A) AgBr 是淡黃色粉。(B) AgCl 是白色粉。(C)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  是無色的晶體。

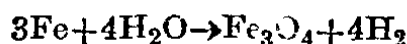
(第 94 頁)

1. 比較鋅和金，鋅溶進溶液中去的性質比金大(電離化傾向大)，所以金遊離出來，鋅就溶解。

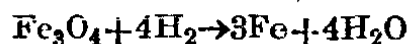


(第 99 頁)

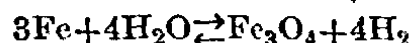
1. 在熱鐵上通過水蒸氣，就起反應：



生出來的氫被水蒸氣帶去，所以反應完全向右方進行。反過來在熱的  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  上通過氫，又反應如次：



生成的水蒸氣又被氫氣流帶去，鐵完全還原。所以這些變化，用可逆反應就可以說明：



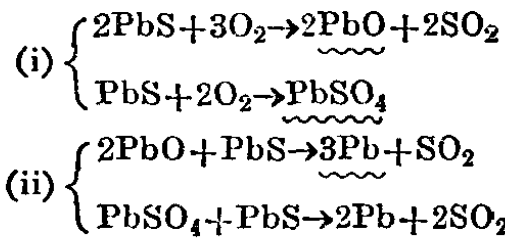
2. 鐵鏽是鐵和空氣、水、二氧化碳等接觸時所發生的，所以設法防止牠們互相接觸，就可以防鏽(使表面生保護膜) (1)在鐵器表面塗油，(2)在表面鍍錫、鋅、鎳等。(3)使表面生四氧化三鐵 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )。

(第 102 頁)

1. 這些化合物都能用作強氧化劑的原因，是有酸存在時，發出初生態的氧所致。反應式見本文。

〔第 105 頁〕

1. (A) PbS (B)(i) 燒礦石使變成氧化物和硫酸鹽；(ii) 次隔絕空氣使和原礦的一部分作用：



(E) PbO, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, PbO<sub>2</sub> (過氧化鉛)。

2. 銻華的被覆力雖不及鉛白，但遇硫化氫不變色，又不如鉛性之毒。

〔第 108 頁〕

2. 發生的氫，在標準狀況時，牠的體積是：

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

此氫的重量是  $2 \times \frac{27.3}{22400}$  克 (氫 2 克有 22.4 升)，

所以對於氮素 1 所需錳的當量是

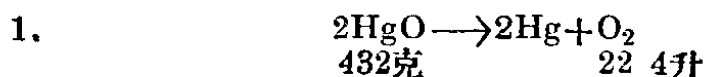
$$0.029 \div \left( 2 \times \frac{27.3}{22400} \right) = 12 \dots\dots\dots (\text{答})$$

〔第 109 頁〕

1. 銻華(ZnO)，鉛白[2PbCO<sub>3</sub>·Pb(OH)<sub>2</sub>]。

用硝酸溶解(這時要加氨水使成鹼性)，再通入硫化氫，若是銻華，就生白色沈澱(硫化銻(ZnS))，若是鉛白，就生黑色沈澱(硫化鉛(PbS))。

〔第 110 頁〕



在標準狀況時，氧的體積是  $22.4 \times \frac{54.6}{432}$  升，

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

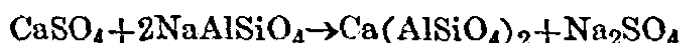
〔第 113 頁〕

1 暫時硬水,僅由煮沸,鈣離子  $\text{Ca}^{++}$  起沈澱( $\text{CaCO}_3$ ) 而除去:

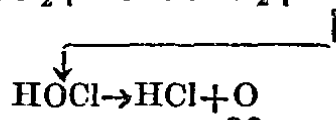
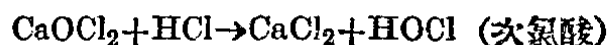


永久硬水要加碳酸鈉纔可軟化 (見本文)。

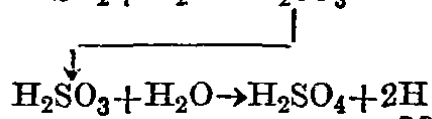
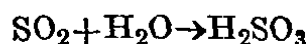
用人造沸石法時,  $\text{Ca}^{++}$  和這物化合而除去:



2. 漂白粉和酸作用而生氯或次氯酸,次氯酸再分解而發出初生態的氧。所以這時的漂白是氧化作用:



二氧化硫溶解於水,成爲亞硫酸,更奪取水中的氧變成硫酸,發出初生態的氫。這時的漂白是還原作用:



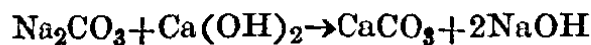
這兩式又可合併,  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2$

〔第 116 頁〕

1. (a) 風化。(b) 溶於結晶水,次放出水份,變成白粉。(c) 由加水分解而呈鹼性。(d) 發出二氧化碳:



2. 電解食鹽,生成苛性鈉;在此水溶液中通入二氧化碳,就生碳酸鈉;再於此液中加氫氧化鈣,又得苛性鈉:

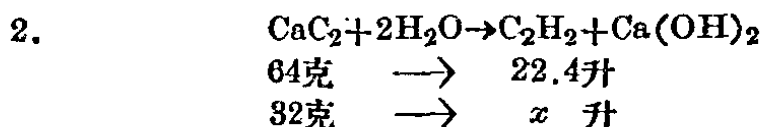


由此製成固體苛性鈉,再熔融電解法,就可製金屬鈉。

〔第 118 頁〕

1. 察看硝石( $\text{KNO}_3$ )和食鹽( $\text{NaCl}$ )的溶解度曲線。利用溶解度的差,在沸騰溫度時, $\text{NaCl}$ 的溶解度小,先析出而取去,反應向右進行;冷卻到相當低溫,硝石也可沈澱而出,所以可製得硝石。

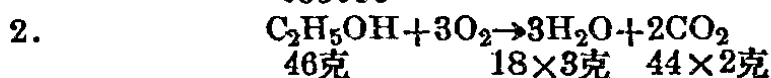
〔第 123 頁〕



$$\therefore x = 22.4 \times \frac{32}{64} = 11.2 \text{ 升} \dots\dots\dots (\text{答})$$

〔第 125 頁〕

1. 實驗式  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (和分子式一致)。示性式  $\text{C}_2\text{H}_5\cdot\text{OH}$  (酒精是由乙基  $\text{C}_2\text{H}_5$  和氫氧基  $\text{OH}$  結成的化合物。表示這些基的組成和其一分子量的式,叫做示性式)。結構式見本文。



$$\left. \begin{array}{l}
 \text{生成的水量 } (18 \times 3) \times \frac{5}{46} = 5.37 \text{ 克} \\
 \text{二氧化碳的量 } (44 \times 2) \times \frac{5}{46} = 9.57 \text{ 克}
 \end{array} \right\} \dots\dots\dots (\text{答})$$

〔第 129 頁〕

2. 有機酸:

- (1) 含有羧基( $\text{COOH}$ )。
- (2) 電離度概小,有弱酸性。

無機酸:

- (1) 含有可被金屬取代的氫。
- (2) 電離度概大,酸性概強。

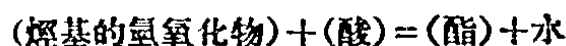
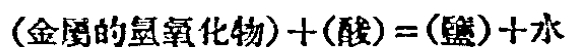
3. 假定食醋中的醋酸濃度是  $n$  規定,

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

醋酸 ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} = 60$ ) 的 1 規定液 1 升中含有 60 克醋酸。所求的克數是:

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

〔第 131 頁〕

1. 類似點: 由酸和氫氧化物可生鹽或酯,同時又生成水。



- 差異點：(A)鹽是由金屬和酸根結成，酯是由烴基和酸根結成。  
(B)酯的生成是可逆反應，所以必須加脫水劑，但是鹽就不必加。  
(C)鹽多是無揮發性的晶體，酯多是揮發性的液體。  
(D)鹽多易溶於水，在水溶液中都起電離；但是酯遇水難溶，且不起電離現象。

〔第 136 頁〕

4. 黑火藥 ( $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C}$ )；硝化甘油 ( $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ )；硝化纖維素 ( $\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4(\text{NO}_3)_6$ )。

〔第 141 頁〕

2. 食鹽 ( $\text{NaCl}$ )；砂糖 ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )；醋 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )；水楊酸 ( $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$ )；酒精 ( $\text{C}_2\text{H}_5\cdot\text{OH}$ )；甘油 ( $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ )。

〔第 145 頁〕

1. 參考本文蛋白質的性質。

中華民國二十九年十二月初版

(52708.2)

☆ 中學各科 網要叢書 化學 一冊

每冊實價國幣伍角

外埠酌加運費匯費

編譯者 譚勤餘

發行人 王雲五  
長沙南正路

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館  
各埠

版權所有  
翻印必究

(本書校對者盧金聲)

五一九三三上

