

## 模块一

## \*绪论

## 9.12 第章 从实验学化学

## 1.1 化学实验基本方法

## 一、化学实验安全

## 1. 使用药品“三不”

① 不用手接触药品

② 不将鼻孔凑到容器瓶口闻药品气味

③ 不尝药品味道

## 2. 用剩药品“三不”

① 不放回原瓶

② 不随意丢弃

③ 不拿出实验室

## 3. 实验室一般事故的预防和理方法

事故	方法
K <sub>2</sub> Na起火	用沙子盖灭,不能用水、CO <sub>2</sub> 灭火器,不用CCl <sub>4</sub> 灭火器
酒精灯碰倒着火	用沙子或湿抹布盖灭,不能用水泼灭
浓碱沾到皮肤上	大量水冲,再涂上硼酸
浓H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 沾到皮肤上	用大量水冲,然后涂上3%~5%的NaHCO <sub>3</sub>
苯酚沾到皮肤上	用乙醇擦洗
大量酸洒到桌子上	加适量NaHCO <sub>3</sub> 中和,用水冲洗并擦净
大量碱洒到桌子上	加适量醋酸中和,用水冲洗并擦净
酸溅入眼中	应立即用水冲洗,边洗边眨眼睛
重金属盐中毒	饮服大量牛奶、豆浆或蛋清
水银洒出	为防止汞蒸气中毒,应用硫粉覆盖: $Hg^{2+} + S^{2-} = HgS \downarrow$

### 补充: 过滤三要素

- 一贴: 滤纸紧贴漏斗内壁, 中间无气泡。
- 二低: 滤纸边缘低于漏斗口。
- 漏斗里液面略低于滤纸边缘

## 二 混合物的分离和提纯

### 1. 过滤和蒸发 (液体与固体间)

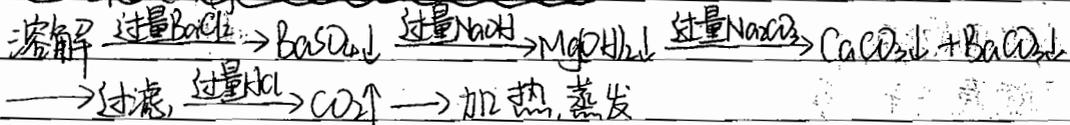
过滤  $\Rightarrow$  不互溶的两种物质 蒸发  $\Rightarrow$  互溶的两种物质 (即溶液)

#### \* 粗盐提纯实验 \*

##### ① 实验步骤及现象

步骤	现象
称取约4g粗盐溶于约12ml水中	粗盐溶解, 溶液浑浊
用玻璃棒将粗盐水引流到过滤器中	滤纸上残留泥沙, 下面的烧杯中得到澄清溶液
将滤液转移到蒸发皿中, 加热使水分蒸发	得到白色固体。

##### ② 粗盐中 $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $SO_4^{2-}$ 等杂质离子的除去



\* 盐酸在最后,  $CO_3^{2-}$  要在  $Ba^{2+}$  后

所用仪器: 铁架台 (带铁圈及铁夹), 烧杯, 漏斗, 滤纸, 玻璃棒。

### 2. 蒸馏和萃取 (液体与液体间)

① 蒸馏  $\Rightarrow$  互溶的两种物质, 分离或提纯沸点不同的液体混合物的方法。

所用仪器: 铁架台 (带铁圈, 铁夹), 酒精灯, 石棉网, 蒸馏烧瓶, 温度计, 冷凝管, 尾接管, 锥形瓶

\* 注意事项: ① 蒸馏烧瓶中液体容积应在  $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$  间。

② 温度计应使水银球位于烧瓶支管处 (同一水平线上)。

③ 为防止暴沸, 应加入几块沸石。

④ 冷水走向应与蒸汽流动方向相反, 下口进, 上口出。

⑤ 先通水再加热; 先熄火再停水。

#### \* 实验室制取蒸馏水 \*

① 实验药品:  $AgNO_3$  溶液 (棕色瓶保存, 见光易分解)

② 操作步骤

玻璃棒的末端轻轻靠在三层滤纸上，漏斗下端管口紧靠烧杯内壁。

步骤	现象
1. 自来水中加入几滴HNO <sub>3</sub> 酸化的AgNO <sub>3</sub> 振荡。	1. 加入AgNO <sub>3</sub> 溶液后有白色沉淀产生，再加稀HNO <sub>3</sub> ，不溶。
2. 在烧瓶中加入约1/3体积自来水，再加入几片沸石，按图示连接好装置，向冷凝管中通入冷水，加热烧瓶，弃去开始馏出的部分液体，用锥形瓶收集约10ml液体，停止。	2. 加热，烧瓶中水温升高到100℃时沸腾，在锥形瓶中收集到蒸馏水。
3. 取出少量蒸馏出的液体加入试管中，然后滴入几滴HNO <sub>3</sub> 酸化的AgNO <sub>3</sub> 振荡。	3. 滴入AgNO <sub>3</sub> 和稀HNO <sub>3</sub> 后，蒸馏水中无沉淀产生。

②萃取 ⇒ 不互溶的两种物质，且溶质在萃取剂中的溶解度大于在原溶剂中的溶解度。  
 (所用仪器：烧杯、铁架台(带铁圈)、分液漏斗。 注意事项：①检查分液漏斗是否漏水。 ②上层液体从上口倒出，下层液体从下口放出。)  
 定义：用一种溶剂把溶质从它与另一溶剂组成的溶液中提取出来。

9.18 1.2 化学计量在实验中的应用

一. 物质的量及其单位

1. 物质的量

①定义：表示含有一定数目粒子的集合体。  
 \* 这是一个物理量，只适用于微观粒子，如分子、原子、质子、中子等。

②符号：它是7个基本物理量之一，用n表示。

③单位：摩尔，简称摩，用mol表示。摩尔只是单位。

④规定1mol粒子所含数目为6.02 × 10<sup>23</sup>个。

2. 阿伏加德罗常数 (测定：单分子油膜法)

①定义：科学上规定以0.012kg <sup>12</sup>C中所含的碳原子数称为阿伏加德罗常数。

②单位：mol<sup>-1</sup> 个：写出确数 1.204 × 10<sup>24</sup>

③符号：N<sub>A</sub> 数目 { ① 1.204 × 10<sup>24</sup> 个

3. 摩尔质量 ② 2N<sub>A</sub> 不写个

①定义：科学上规定，单位物质的量的物质所具有的质量叫做该物质的摩尔质量。

②符号:  $M$

③单位:  $g/mol$  或  $kg/mol$

④取值规律:  $1mol$  粒子的质量 = 相对分子(或原子)质量与  $g$  的组合

$\Rightarrow$  粒子的摩尔质量 = 相对分子(或原子)质量与  $g/mol$  的组合

· 物质摩尔质量大小是一定的

4.  $n$  与  $N$  (粒子数),  $N_A$  及  $M$ ,  $m$  的关系

①  $n$  与  $N$ ,  $N_A$  的关系

$$n = \frac{N}{N_A}$$

②  $n$  与  $M$ ,  $m$  的关系

$$n = \frac{m}{M}$$

## 二 气体摩尔体积

空气平均摩尔质量  $29 g/mol$

### 1. 气体摩尔体积的概念

① 在温度及压强相同时,  $1mol$  的固体或液体的体积不相同,  $1mol$  任何气体所占体积在数值上近似相等。

② 定义: 在一定温度和压强下, 单位物质的量的气体所占的体积叫做气体摩尔体积, 符号为  $V_m$ , 单位为  $L/mol$  或  $m^3/mol$ 。

③ 标准状况 ( $0^\circ C, 101 kPa$ ) 下,  $V_m = 22.4 L/mol$  (近似值, 描述时加约)

### 2. 影响物质体积的因素

\* 决定物质体积的大小的因素有: 粒子数目, 粒子大小, 粒子间的距离

① 固体及液体的体积, 取决于粒子数目及粒子大小。

② 气体的体积取决于粒子数目及粒子间的距离。

阿伏伽德罗定律: ③ 气体摩尔体积的数值不是固定不变的。

④ 在相同的温度和压强下, 相同体积的任何气体均含有相同数目的分子。

$$V_m = \frac{V}{n}$$

$$p = \frac{p}{M} RT$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

三 阿伏加德罗定律的推论 ( $pV = nRT$ )  $R$  为常数

1. 同温同压下, 气体分子数与其体积成正比

$$T, p \text{ 相同, } \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

2. 同温同体积的气体, 压强与其分子数成正比

$$T, V \text{ 相同, } \frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

3. 分子数相等, 压强相同的气体, 体积与其温度成正比

$$n, p \text{ 相同, } \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

4. 分子数相等, 温度相同的气体, 压强与其体积成反比

$$n, T \text{ 相同, } \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

5. 同温同压下, 气体的密度与其相对分子质量( $M$ )成正比

$$T, p \text{ 相同, } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

9.25

四 物质的量在化学实验中的应用

1. 物质的量浓度

① 定义: 表示单位体积溶液里所含溶质 B 的物质的量的物理量称为物质的量浓度。

② 符号:  $c(B)$

③ 单位: mol/L 或 nmol/L

④ 计算公式

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

$$w = \frac{m_{\text{质}}}{m_{\text{液}}} \times 100\%$$

$$S(\text{饱和}) = \frac{m_{\text{质}}}{m_{\text{剂}}} \times 100g$$

2. 配一定体积的物质的量的溶液

\* 容量瓶的使用 (精量器): 填空时带规格

① 构造: 平底梨形, 细颈, 瓶口配有磨口玻璃塞 精确到 .00

② 特点: 1° 标有温度和容积

2° 有刻线而无刻度

仪器: 滴定管 烧杯 玻璃棒 胶头滴管

药品: 天平 烧杯 玻璃棒 胶头滴管

③ 使用范围: 用来配制一定体积浓度准确的溶液。

天平: 左物右码

④ 注意事项: 1° 使用前检漏。

2° 溶解或稀释操作不能在容量瓶中进行。

3° 不能长期存放溶液或进行化学反应。

高一: 量筒

高二: 滴定管

⑤ 规格: 100ml, 250ml, 500ml, 1000ml. (均为20°C时的体积)

\* 配制溶液的主要步骤:

① 计算溶质质量 溶解时玻璃棒要悬空 — 防止异物进入

② 称量一定质量的溶质 (天平只能量到0.1g). (加入总量约3g)

③ 溶解及回温: 将称量的固体(液体)放入烧杯中, 加入水溶解。因有热量变化, 所以一定要等温度回到室温。

④ 转移(引流及洗涤): 要用玻璃棒引流, 且玻璃棒要悬空, 下端要在容量瓶刻度线以下。

⑤ 洗涤: 用蒸馏水洗涤烧杯内壁及玻璃棒2~3次, 并将其转入容量瓶中。

⑥ 定容(引流和滴加): 向容量瓶中加水(用玻璃棒引流)至接近刻度线1cm~2cm处, 再改用胶头滴管加水。(注: 滴管不能伸入瓶颈内; 一定不能使液面超过刻度线。)

⑦ 摇匀: 盖好瓶塞, 上下颠倒, 摇匀后静置, 即使液面降低也不可再加水。

⑧ 装瓶: 将配好的溶液转移到细口瓶中, 贴好标签保存。

9.26 \* 误差分析



操作	m	V	结果
定容前容量瓶中有水	—	—	不变
向容量瓶注液时少量流出	↓	—	偏低
未洗烧杯及玻璃棒	↓	—	偏低
未冷至室温就注入定容	—	↓	偏高
定容时未多用滴管吸出	↓	—	偏低
定容时摇匀液面下降再加水	—	↑	偏低
定容时俯视读数	—	↓	偏高

### 五. 气体的相对分子质量计算方法 (M<sub>r</sub>)

#### 1. 相对密度法

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} = D \text{ (相对密度)}$$

2. 标准状况下  $M = \rho \text{ (标准状况)} \times 22.4 \text{ L/mol}$

3. 利用公式 2:  $M = \frac{m(\text{气})}{n(\text{气})}$

4. 对于多组分混合气体

① 设相对分子质量分别为  $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$ , 物质的量分数为  $n_1\%, n_2\%, n_3\%, \dots, n_n\%$ .

体积分数为  $V_1\%, V_2\%, V_3\%, \dots, V_n\%$ , 则有

$$M = M_1 n_1\% + M_2 n_2\% + M_3 n_3\% + \dots + M_n n_n\% = M_1 V_1\% + M_2 V_2\% + M_3 V_3\% + \dots + M_n V_n\%$$

② 根据阿伏加德罗定律计算:  $\frac{M_A}{M_B} = \frac{m_A}{m_B}$  (同 T, P, V)

$$M = \frac{aM(A) + bM(B)}{a+b}$$

(a, b 为 A, B 物质的量)

### 六. 关于物质的量浓度计算的相关规律

1. 用公式 4:  $C = \frac{n}{V}$

2. 溶液的稀释定律

①  $m(\text{浓}) \cdot w(\text{浓}) = m(\text{稀}) \cdot w(\text{稀})$

②  $c(\text{浓}) \cdot V(\text{浓}) = c(\text{稀}) \cdot V(\text{稀})$

③ 已知混合气体中 A, B 的体积分数为 a%, b%, 摩尔质量为  $M(A), M(B)$ , 则

$$\bar{M} = M(A) \cdot a\% + M(B) \cdot b\%$$

3. C 与 w 的换算

公 7  $C = \frac{1000 \rho w}{M}$  (其中  $\rho$  单位为  $\text{g/cm}^3$ ,  $C$  单位为  $\text{mol/L}$ )

4. C 与 S (溶解度) 的换算

公 8  $C = \frac{1000 \rho S}{M(100+S)}$

⑤ S 与 w 的换算

公 8  $w = \frac{S}{100+S} \times 100\%$

公 9  $S = \frac{w}{1-w} \times 100$

气体的溶解度一般随温度升高而减小,随压强增大而增大

6. 气体溶质的计算(标准状况) 1L水中溶解某气体VL

$$C = \frac{1000P \cdot V}{22400 + MV}$$

$$W = \frac{MV}{22400 + MV}$$

常见气体溶解度

$\text{NH}_3(700)$ ,  $\text{HCl}(500.0^\circ\text{C})$ ,  $\text{CO}_2(1)$

$\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{I}$ (易溶),  $\text{SO}_2(40)$ ,  $\text{Cl}_2(2)$

$\text{H}_2\text{S}(2.6)$ , 难溶气体:  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$

HX极易溶于水: 喷泉实验 防倒吸

7. 两种溶液混合的计算

$$m_{\text{混}} = m_1 + m_2 \quad V_{\text{混}} = \frac{m_1 + m_2}{\rho_{\text{混}}}$$

$$\Rightarrow C = \frac{n_1 + n_2}{V_{\text{混}}} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{\frac{m_{\text{混}}}{\rho_{\text{混}}} \times 10^3}$$

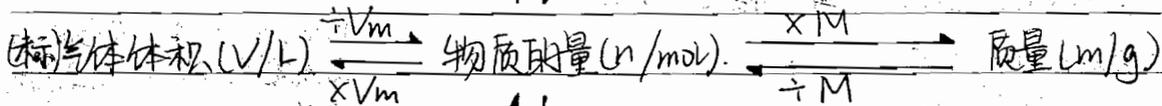
10.2.

## 第一章 章总结

一. 以物质的量为核心的有关概念的相互关系

粒子个数(N)

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \times N_A \\ \downarrow \\ \div N_A \end{array}$$



$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \times V \\ \downarrow \\ \div V \end{array}$$

物质的量浓度( $c/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )

二. 化学实验安全操作“六防”。

1. 防爆炸: 点燃可燃气体( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ )或用 $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ 还原 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ 之前, 要检验气体纯度。

2. 防暴沸: 配制硫酸的水溶液或酒精溶液时, 要将密度大的浓硫酸缓慢倒入水或酒精中; 加热液体混合物时要加沸石。

3. 防失火: 实验室中的可燃物质一定要远离火源。

4. 防中毒: 制取有毒气体(如:  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ )时, 应在通风橱中进行。

5. 防倒吸: 加热法制取并用排水法收集气体或吸收溶解度较大气体时, 要注

熄灯顺序或加装安全瓶。

6 防堵塞：防止堵塞导管，或使液体顺利滴入，或使内外压强相等。

10.9 三. 气体状态方程 (V, m, p, T, p)

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T^{(k)}$$

$$\Rightarrow p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$\Rightarrow p \cdot M = \rho \cdot R \cdot T$$

由以上各式推出阿伏加德罗推论

10.11 四. 等体积或等质量溶液混合时质量分数的变化规律

1. 浓度与密度的变化关系

$\rho > 1 \text{ g/cm}^3$ , 则质量分数越大, 密度越大。

$\rho < 1 \text{ g/cm}^3$ , 则质量分数越大, 密度越小。

2. 等体积与密度的变化关系

若混合后溶液密度大于  $1 \text{ g/cm}^3$ , 则溶质的质量分数大于它们和的一半

若混合后溶液密度小于  $1 \text{ g/cm}^3$ , 则溶质的质量分数小于它们和的一半。

3. 等质量与密度的变化关系

混合溶液中溶质的质量分数都等于它们和的一半。

10.12 五. 饱和溶液中析出结晶水合物的质量的计算 (以  $\text{CuSO}_4$  为例, 设质量分数为  $w$ )

1. 温度一定, 向  $\text{CuSO}_4$  饱和溶液中加入  $m \text{ g CuSO}_4$ , 析出  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   $x \text{ g}$ 。

$$\text{则 } (x-m) \cdot w = \left(\frac{16}{25}x - m\right)$$

2. 温度不变, 将  $\text{CuSO}_4$  饱和溶液蒸发  $n \text{ g}$  水, 析出  $x \text{ g}$  晶体, 则  $\frac{16}{25}x = (x+n)w$

3. 将  $W \text{ g CuSO}_4$  饱和溶液降温 (溶质的质量分数从  $w_2$  到  $w_1$ ), 析出  $x \text{ g}$  晶体。

$$\text{则 } W \cdot w_2 = \frac{16}{25}x + (W-x) \cdot w_1$$

主

10.16

## 第二章 化学物质及其变化

### 2.1 物质的分类

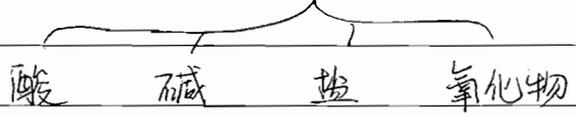
#### 一. 简单分类法及其应用

1. 交叉分类法: 对物质以不同的标准进行分类

如对于  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 其既属于钠盐, 又属于碳酸盐。

2. 树状分类法: 对同类事物进行再分类的方法。

如对化合物的分类: 化合物



#### 二. 分散系及其分类

1. 定义: 把一种或多种物质分散在另一种(或多种)物质中得到的体系叫做分散系。

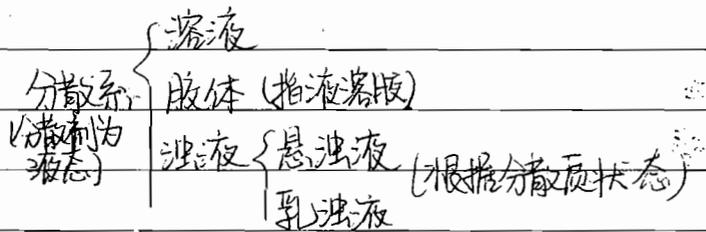
前者属于被分散的物质, 称作分散质; 后者起容纳分散质的作用, 称作分散剂。

\*实例:

气+气	液+气	固+气	气+液	液+液	固+液	固+固
空气	雾	烟	盐酸	硫酸溶液	食盐溶液	有色玻璃

#### 2. 分类及区别

① 分类: 根据分散质粒子大小来分



② 区别:

外观	稳定性	分散质大小	能否过滤纸
溶液: 均一、透明	稳定	$< 1\text{nm}$	能
胶体: 均一、透明	稳定	$1 \sim 100\text{nm}$	能
浊液: 不均一、不透明	不稳定	$> 100\text{nm}$	不能

## 10.17 三 胶体的性质与应用

1. 定义: 分散质粒子在直径  $1\text{nm} \sim 100\text{nm}$  间的分散系叫胶体。

常见胶体有: 淀粉溶液、血液、豆浆、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体、烟、云、雾。

### 2. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备

① 原理:  $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{(沸水)}]{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3 \text{ [红褐色胶体]} + 3\text{HCl}$   
不能加“↓”, 必须注“胶体”

② 不能用自来水, 因为其离子会使  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  成为沉淀

③ 用  $\text{FeCl}_3$  饱和溶液, 且滴加速率不宜太快。(1~2ml)

④ 当溶液呈红褐色时要立即停止加热, 否则会形成沉淀。

### 3. 胶体的性质 — 丁达尔效应 (应用于鉴别胶体和溶液)

① 定义: 当强光束通过胶体时, 从与光束垂直的位置方向看, 可观察到光亮的一条“通路”, 这种现象叫丁达尔效应。不能区分浊液与胶体

② 此为胶体特有现象。胶体分散质可透过滤纸

### 4. 胶体的应用 (静电除尘、明矾净水、卤水点豆腐、土壤保肥)

① 絮凝  $\Rightarrow$  使胶子粒子聚集成为较大的颗粒, 破坏其介稳性, 从而形成沉淀从分散剂里析出。若絮凝后仍包含着大量分散剂, 就成为半固态凝胶

方法: 加热

如豆腐、果冻、肉冻

2° 加入电解质

三角洲的形成与此有关

3° 加入带相反电荷的胶粒的胶体

② 渗析  $\Rightarrow$  利用半透膜分离胶体中的杂质分子或离子, 提纯精制胶体的操作即渗析。胶体的分散质粒子能透过滤纸, 而不能透过半透膜。因而可以使用半透膜将其与分子、离子分离。

1° 常见的半透膜: 动物肠衣、鸡蛋壳膜、羊皮纸、玻璃纸。

胶体制备 | 水解法

复分解 + 剧烈振荡

物理法

## 10.21 补充1: 胶体的其他性质

### 一. 电泳 胶体不带电.

1. 定义: 在外电场作用下, 胶粒在分散剂里向阳、阴两极做定向移动的现象.

\* 胶体微粒带有电荷是胶体稳定的主要原因. 用于工厂除尘

2. 规律: 金属氧化物、金属氢氧化物胶粒吸附阳离子带正电荷 (向阳极移动)

非金属氧化物、金属硫化物胶粒吸附阴离子带负电荷 (向阴极移动)

二. 布朗运动: 胶粒在胶体中做不停地、无规则运动.

## 2.2 离子反应

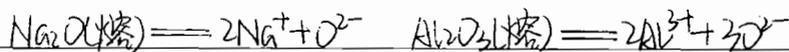
### 一. 酸碱盐在水溶液中的电离

#### 1. 电解质

① 定义: 指在水溶液或熔化状态下能够导电的化合物.

(单质、混合物不是电解质)

② 活泼金属氧化物 (如  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等), 是电解质:



③  $\text{CaCO}_3$  等物质几乎不溶于水, 但溶于水的部分却完全电离, 因而是电解质.

\* ④ 酸碱、盐、活泼金属氧化物一般均为电解质.

\* ⑤ 绝大多数有机物及非金属氧化物都不是电解质.

#### 2. 电解质的电离

(混合物) 另一种酸: 结合水电离出  $\text{H}^+$  (接受体)

酸  $\Rightarrow$  阳离子全部为  $\text{H}^+$  碱  $\Rightarrow$  阴离子全部为  $\text{OH}^-$  的化合物

盐  $\Rightarrow$  由金属阳离子 (或  $\text{NH}_4^+$ ) 和酸根离子构成的化合物

### 二. 离子反应及其发生的条件

1. 定义: 有离子参加的反应或有离子生成的反应叫离子反应.

注: 离子反应是电解质间的反应, 是在水溶液中进行反应.

#### 2. 发生反应的条件

① 生成难溶物质

② 生成难电离的物质 (弱酸、弱碱、水)

② 生成气体 ( $CO_2, H_2, NH_3$ )

3. 离子方程式

① 定义: 用实际参加反应的离子符号来表示离子反应的式子叫做离子方程式。

② 离子方程式可以用于一个反应也可以表示一类反应。

③ 离子方程式中原子守恒, 电荷守恒。

电荷守恒  $\Rightarrow$  方程式左边的电荷总数同右边的电荷总数相等。

④ 拆分原则: 只有易溶且易电离的物质才可以拆。

### 三. 电解质的分类 (强电解质和弱电解质):

1. 强电解质: 在溶液中能完全电离的电解质

弱电解质: 在溶液中部分电离的电解质

2. 强电解质 (强碱 ( $KOH, NaOH, Ba(OH)_2, Ca(OH)_2$ ), 例:  $KOH \rightleftharpoons K^+ + OH^-$ )

强酸 ( $H_2SO_4, HCl, HNO_3, HI, HBr, HClO_4$ )

大多数盐及活泼金属氧化物 (难溶性盐溶于水部分完全电离)

3. 弱电解质 (弱酸 ( $H_2S, H_2SO_3, HClO, H_3PO_4, CH_3COOH, H_2CO_3$ ),  $HF$  为弱酸)

例:  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  弱碱 ( $NH_3 \cdot H_2O, Cu(OH)_2, Fe(OH)_3$ ) (难溶性碱溶于水部分部分电离)

水:  $H_2O$   $\rightarrow$  唯一一个易溶于水的弱电解质, 水是最弱的电解质

4. 影响电解质强弱的因素: 多数盐: ( $CH_3COO)_2Pb$

由物质的内部结构决定, 与溶解性, 导电性无关。

不是反应物中有固体就不写沉淀符号, 而看能否看到沉淀

四. 不能拆开的物质: 浓  $H_2SO_4$  不拆

1. 单质; 氧化物; 难溶性碱; 盐; 弱酸; 弱碱。

2. 微溶电解质 (若是澄清溶液, 则拆)

若是悬浊液, 则不拆。

### 五. 判断离子方程式正误的方法

1. 看化学反应是否正确

微溶物状态不同, 离子反应不同

2. 看是否符合质量守恒定律

不沉淀  $\Rightarrow$   $\text{Ca}(\text{OH})_2$  澄清石灰水  $\Rightarrow$   $\text{Ca}^{2+}, \text{OH}^-$

3. 看是否符合电荷守恒定律

条件不同, 离子反应不同

4. 看拆分是否正确

加热  $\Rightarrow$   $\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  常温  $\Rightarrow$   $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

六. 判断溶液中离子能否大量共存

1. 不能大量共存原因

生成沉淀与气体、水

2. 有色离子

$\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{MnO}_4^-$

3. 隐含条件

{ 强酸性溶液  $\Rightarrow$  含大量  $\text{H}^+$

{ 强碱性溶液  $\Rightarrow$  含大量  $\text{OH}^-$

\*  $\text{Fe}^{2+}$  同  $\text{H}^+$  及  $\text{NO}_3^-$  不能共存

$\text{MnO}_4^-$  与  $\text{Cl}^-$  不能大量共存

氧化性及还原性离子不能大量共存

$\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{I}^-$  不能共存  $\text{AlO}_2^-$  与  $\text{HCO}_3^-$  不能共存

酸式弱酸根离子在强酸性或强碱性溶液中的

不可大量存在

10.23

2.3 氧化还原反应

一. 氧化还原反应

1. 定义: { 得到氧的反应叫氧化反应。化合价升高

{ 失去氧的反应叫还原反应。化合价降低

氧化反应与还原反应是同时发生的, 统一在一个反应中。

有电子转移的反应是氧化还原反应。

2. 特征: 反应前后化合价发生变化。

3. 本质: 电子的得失或电子对的偏移

二. 氧化剂和还原剂

1. 氧化剂: 反应中得电子物质。

2. 还原剂: 反应中失电子物质。

金属性: 气态原子失电子能力, 用金属性判断还原性

3. 常见的氧化剂 氧化性:  $Fe^{3+} > Cu^{2+} > Fe^{2+}$

$O_2, Cl_2, 浓H_2SO_4, 浓HNO_3, KMnO_4, Fe^{3+}, H_2O_2, Na_2O_2$

4. 常见的还原剂 还原性:  $I^- > Fe^{2+} > Br^-$

$Al, Zn, Fe, C, H_2, CO$

### 三. 氧化还原反应总结: 元素化合价不交叉

### 解题主线

#### 1. 强弱律

{ 氧化性: 氧化剂 > 氧化产物

还原性: 还原剂 > 还原产物 (金属活动性越强,

#### 2. 价态律

还原性越强, 氧化性越弱)

{ 元素处于最高价, 只有氧化性

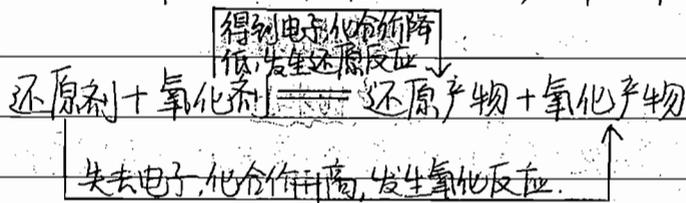
元素处于最低价, 只有还原性。

#### 3. 归中反应与歧化反应

{ 归中反应: 同种元素不同价态发生反应, 只靠近不交叉。

歧化反应: 同种元素同一价态发生反应, 一部分升高, 一部分降低。

#### 4.



#### 5. 选择性

氧化还原反应是有选择性的, 强强相遇先反应。

复分解反应

氧化还原

置换反应

有单质参加或生成的反应不一定是氧化还原反应

化合反应

(同素异形体/半反应)

分解反应

非氧化还原

方向: 离子浓度减少

# 区别金属与非金属靠元素的化学、物理性质

11.11

## 第三章 金属及其化合物

### 3.1 金属的化学性质

#### 一. 金属的通性

1. 金属一般有金属光泽, 有较好的导电性, 导热性和延展性.

#### \* 金属之最

地壳中含量最多的金属元素——铝

导电、导热性最好的金属——银

硬度最高的金属——铬

熔点最高的金属——钨

熔点最低金属——汞

密度最大的金属——锇

密度最小的、最轻的金属——锂

展性最强的金属——金

#### Na的化学性质

①与非金属单质( $O_2, SiCl_4$ )

②与水

③与盐溶液(实质是碱与盐反应)

④与有机物(醇、醛、羧酸)反应

#### Na的用途

①制取Na<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

②钾钠合金是原子反应堆导热剂

③电光源

④从熔融卤化物中将K, Ti还原出来

#### 二. 金属与O<sub>2</sub>反应

#### Na的制法: 电解熔融NaCl

1. 钠与O<sub>2</sub>反应 (原子结构: 同周期中原子半径最大, 具有强还原性)

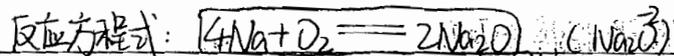
#### ① 钠的物理性质

0.97g/cm<sup>3</sup> 比水小

银白色金属, 有金属光泽, 质软, 密度小, 熔点低, 是电和热的良导体.

#### ② 在常温下反应

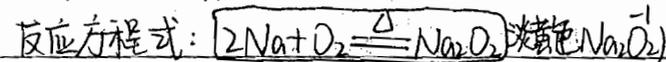
现象: 由光亮的银白色迅速变暗.



白色固体

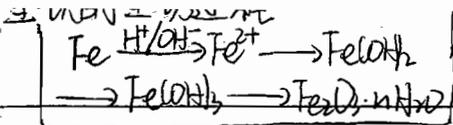
#### ③ 在加热条件下反应

现象: 熔化, 剧烈燃烧, 放出热量, 发出黄色火焰, 生成一种淡黄色固体

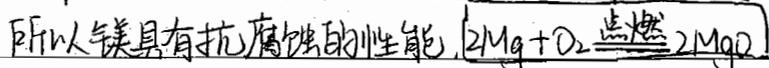


\* 注意: 在不同条件下产物不一样; Na一般保存在石油或煤油中

#### 2. 镁与O<sub>2</sub>反应



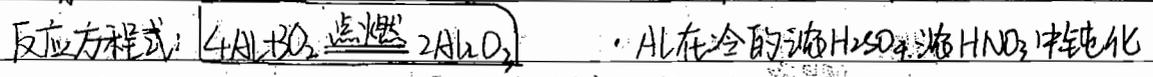
在常温下, 镁与 $\text{O}_2$ 反应, 生成一层致密的氧化镁薄膜, 可阻止金属继续氧化。



3. 铝与 $\text{O}_2$ 反应 (位于金属非金属分界线上, 地壳中含量第三, 含量最多的金属)。

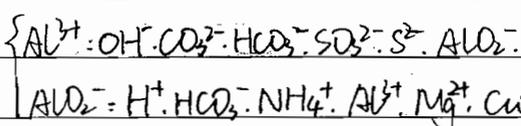
① 在空气中放置, Al表面可生成氧化膜 Al的化学性质

② 去膜后, Al可在纯氧中燃烧  
现象: 发出耀眼白光  
Al单质, 最高价氧化物, 最高价氢氧化物均具有两性, 但只和强酸强碱反应。



铝的最外层电子数 = 电子层数! 不能大量共存

三. 金属与水的反应



1. 钠与水的反应

① 实验: 将一小块钠放入滴有酚酞的水中, 实质: Na与 $\text{H}^+$ 反应

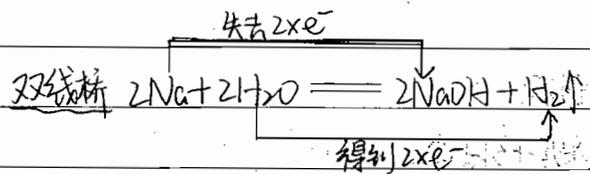
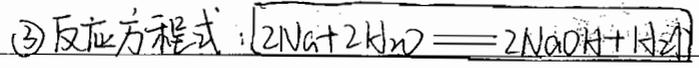
② 现象: 浮: 浮于水面  $\Rightarrow$  钠的密度比水小  $\Rightarrow$  与酸反应不是生成碱再中和

熔: 熔化为小球  $\Rightarrow$  该反应放热, 钠的熔点低

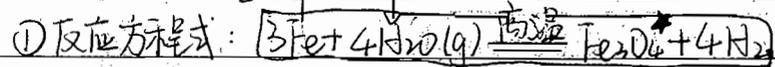
游: 四处游动  $\Rightarrow$  与水反应生成了气体

嘶: 发出“嘶嘶”的响声  $\Rightarrow$  与水反应剧烈, 放出热量

红: 溶液由无色变为红色  $\Rightarrow$  反应生成了碱



2. 铁与水的反应 单线桥  $\text{se}^-$  (Fe单质: 银白色金属, 密度大, 熔沸点高, 有导热导电延展性)



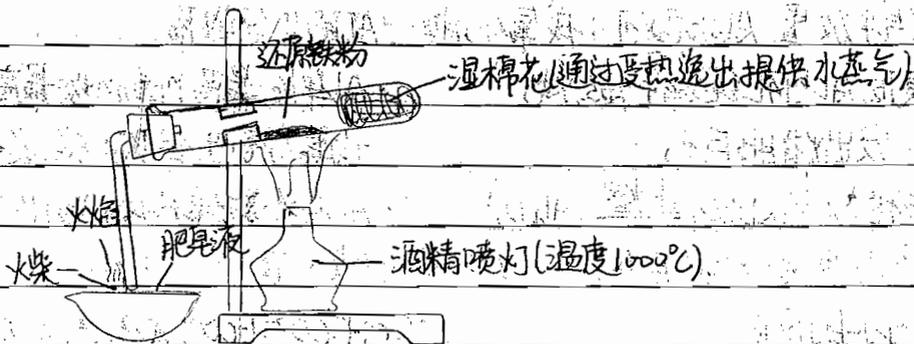
红热的铁与水蒸气可反应

\*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 中,  $\frac{2}{3}$ 的Fe显+3价,  $\frac{1}{3}$ 的Fe显+2价, 平均化合价为 $\frac{8}{3}$ .  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 又可表示为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ .

② 反应类型: 置换反应, 氧化还原反应

③氧化产物为  $Fe_2O_3$ , 而不是  $FeO_2$

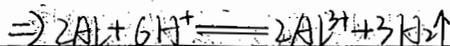
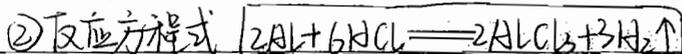
④装置



#### 四. 铝与酸、碱的反应

1. 铝与酸的反应

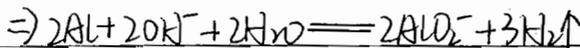
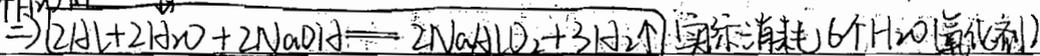
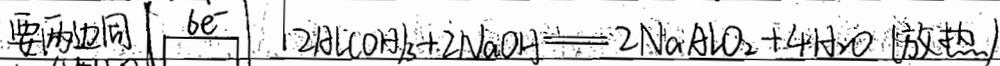
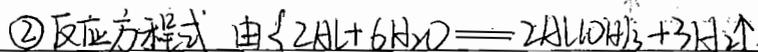
①现象: 剧烈反应, 生成大量可燃性气体



\* 与氧化性酸 ( $HNO_3$ , 浓  $H_2SO_4$ ) 作用, 无  $H_2$  产生; 但遇到冷的浓  $HNO_3$ , 浓  $H_2SO_4$  钝化 (生成一层致密的氧化膜)

2. 铝与  $NaOH$  反应 (浓  $NaOH$ )

①现象: 剧烈反应, 放出大量可燃性气体



\* 等质量的铝粉与足量的稀硫酸 (稀盐酸) 和  $NaOH$  反应放出等质量的氢气。

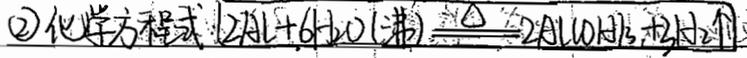
11.14

补充:

一. Al, Mg 与 H<sub>2</sub>O 反应

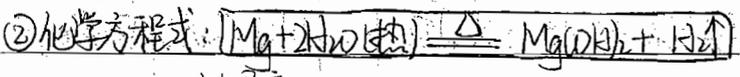
1. Al 与 H<sub>2</sub>O 反应

① 现象: 有少量气泡生成, 加入酚酞无明显变化



2. Mg 与 H<sub>2</sub>O 反应

① 现象: 有大量气泡生成, 加入酚酞后溶液由无色渐渐变为红色

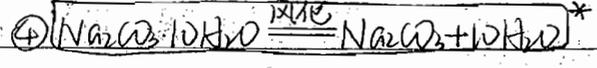
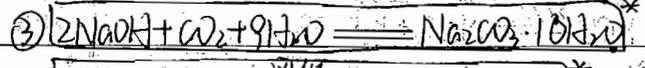
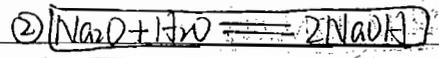
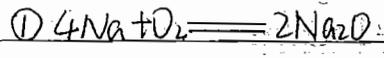


溶解度  $Mg(OH)_2 < MgCO_3$

二. 金属钠露置在空气中的变化过程

银白色金属钠  $\xrightarrow[\text{(生成Na}_2\text{O)}]{O_2}$  表面变暗  $\xrightarrow[\text{(生成NaOH)}]{H_2O}$  出现白色固体  $\xrightarrow{H_2O}$  表面变成溶液 (NaOH潮解)

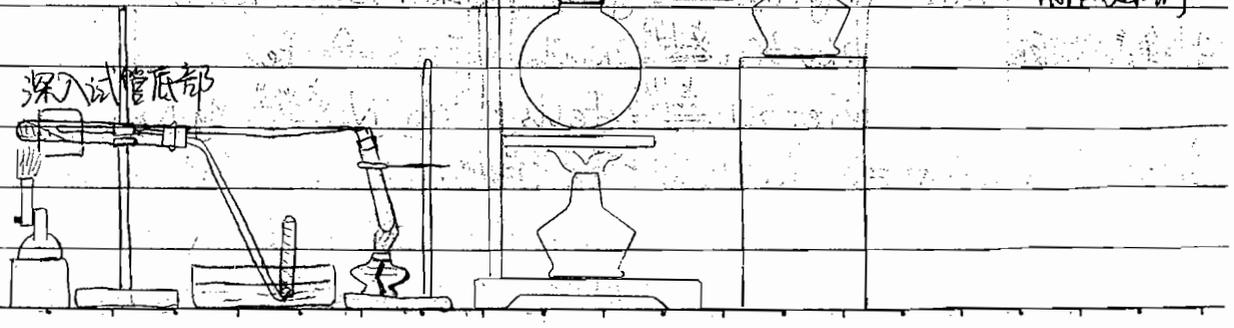
$\xrightarrow[\text{(生成Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10H_2O)]{CO_2}$  白色块状物质  $\xrightarrow[\text{(生成Na}_2\text{CO}_3)]{风化}$  白色粉末状物质



三. 补充两种铁与水反应装置图

铁粉和石棉绒(支撑, 使铁与水充分反应)

CaCl<sub>2</sub>(固)  
[用作吸水剂]

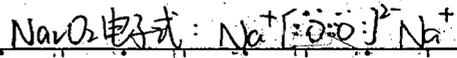


### 四. 金属反应强弱规律

金属活动性	K Ca Na	Mg Al Zn	Fe Sn Pb	(H)	Cu Hg Ag Pt Au
性质变化规律	元素的金属性逐渐减弱, 单质的还原性逐渐减弱, 离子氧化性逐渐增强				
同水的反应	同冷水剧烈反应	同热水缓慢	同水蒸气反应		
同酸反应	与非氧化性稀酸(稀HCl, 稀H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )反应, 放出H <sub>2</sub> .	反应生成H <sub>2</sub> 和R(OH) <sub>n</sub>	生成金属氧化物和H <sub>2</sub>		不与水反应
和碱反应	仅铝与强碱反应放出H <sub>2</sub>				
同盐反应	排在前面的金属可将后面的金属从其盐溶液中置换出来				
同氧化物反应	同水先反应, 生成的碱再同盐反应.	不一定是: 金属+盐溶液 → 新金属+新盐溶液, 如: $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons 3\text{FeCl}_2$ $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$			
同非金属单质的反应	同熔融盐反应: $\text{MgCl}_2(\text{熔}) + \text{Na} \xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + 2\text{NaCl}$ $\text{Na} + \text{KCl} \xrightarrow{270^\circ\text{C}} \text{NaCl} + \text{K}$ 常温不反应, 高温瞬时反应 例如: $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ $\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ $\text{Mg} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{MgCl}_2$ $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{AlCl}_3$ $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{S}_3$ $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$				

\* 铝热剂: 与铝粉同某些难溶金属氧化物的混合物, 反应称为铝热反应。

引发铝热反应的实验操作: 加少量KClO<sub>3</sub>, 插上镁条并点燃。



11.2 3.2 几种重要的金属化合物

一 钠的重要化合物

1. 氧化钠 ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) 离子键结合成离子晶体

碱性氧化物碱性  
与水反应; 与酸反应  
与酸性氧化物反应

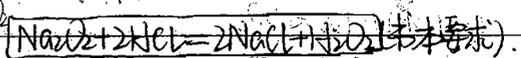
① 物理性质: 白色固体粉末

② 化学性质:  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH}$



2. 过氧化钠 ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ )  $\Rightarrow$  视为  $\text{H}_2\text{O}_2$  的盐, 离子键共价键结合成离子晶体, 有强氧化性

① 物理性质: 淡黄色固体粉末 计算时考虑  $\text{O}_2$



② 化学性质:  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$

既是氧化剂 又是还原剂:  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{HCl} = 4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$   $\Rightarrow$  多出氧, 所以不是碱性氧化物

完全不能反应:  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \uparrow$  可用于呼吸面具或潜水艇中  $\text{O}_2$  来源

\*漂白性:  $\text{Na}_2\text{O}_2$  具有强氧化性, 能使有色物质氧化褪色, 常用作漂白剂

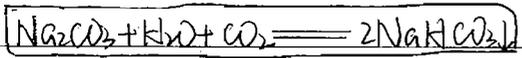
3. 碳酸钠和碳酸氢钠 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaHCO}_3$ )

\* 大苏打  $\Rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

① 俗名:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \Rightarrow$  纯碱 苏打;  $\text{NaHCO}_3 \Rightarrow$  小苏打

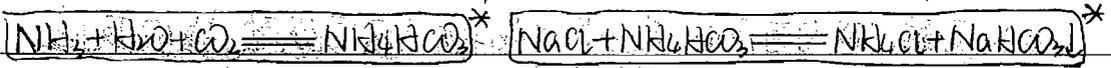
② 溶解性 (同 T, P 时,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$ )

1° 向饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中通入  $\text{CO}_2$  (过) 有  $\text{NaHCO}_3$  沉淀 (晶体) 析出



原因:  $m(\text{NaHCO}_3) > m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ; 水质量反应后减少

2° 向含有浓氨水的饱和  $\text{NaCl}$  溶液中通入  $\text{CO}_2$ , 也有  $\text{NaHCO}_3$  晶体析出



③ 同物质质量浓度时,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  碱性强于  $\text{NaHCO}_3$

④ 热稳定性 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \gg \text{NaHCO}_3$ )

1°  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  受热不分解;  $\text{NaHCO}_3$  受热易分解:  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

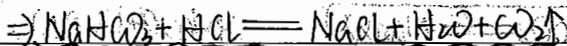
2°  $\text{NaHCO}_3$  在水溶液中受热也易分解

3°  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  中若混有  $\text{NaHCO}_3$  加热即可除去

4. 含有结晶水的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  晶体, 在干燥的空气里或受热会风化

①  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  同酸反应 (混合溶液中加  $\text{HCl}$  先与  $\text{CO}_3^{2-}$  反应)

•  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  滴入  $\text{HCl} \Rightarrow$  立刻有大量气泡产生  $\Rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$   
 $\text{HCl}$  滴入  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \Rightarrow$  开始无明显现象, 后有大量气泡产生



\* 滴加顺序不同现象不同  $\Rightarrow$  可以用于做  $\text{HCl}$  同  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  间的无试剂鉴别。

•  $\text{NaHCO}_3$  滴入  $\text{HCl} \Rightarrow$  均有气泡产生  $\Rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$   
 $\text{HCl}$  滴入  $\text{NaHCO}_3$

\* 滴加顺序不同, 现象相同  $\text{NaHCO}_3$  不与  $\text{BaCl}_2$  反应! 但要注意泥渣淤积

②  $\text{NaHCO}_3$  与碱的反应

检验: ① 取样, 加  $\text{BaCl}_2$  无现象



② 取样, 加  $\text{Ba(OH)}_2$  有白色沉淀生成

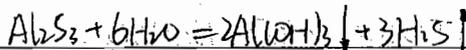
用途:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \Rightarrow$  制造玻璃肥皂造纸纺织洗涤剂.  $\text{NaHCO}_3 \Rightarrow$  发酵治胃酸过多

二铝的重要的化合物

1. 氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

$\text{Al}_2\text{S}_3$  (只存在于干态)

① 物理性质



难溶于水, 熔点高



② 用途

可用来制造耐火坩埚, 耐火管和耐高温的实验仪器。

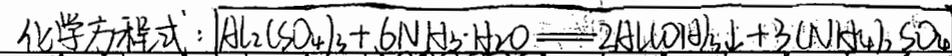
③ 化学性质

$\text{Al}_2\text{O}_3$  同酸、碱均可反应, 是两性氧化物。\* 只同强酸、强碱反应



2. 氢氧化铝 ( $\text{Al(OH)}_3$ ) 两性氢氧化物 可用于中和过多胃酸

① 制取



是弱碱, 不能溶解  $\text{Al(OH)}_3$ .



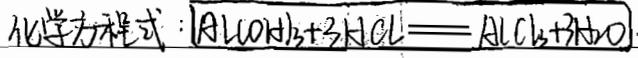
现象: 生成白色胶状沉淀

### ② 吸附作用

白色胶状  $Al(OH)_3$  能凝聚水中的悬浮物, 也能吸附色素, 可以净化水。

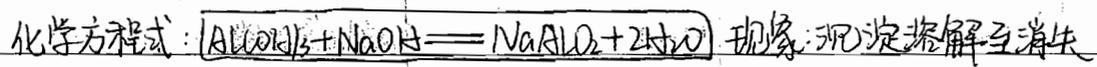
### ③ 两性

· 在  $Al(OH)_3$  中滴加  $HCl$

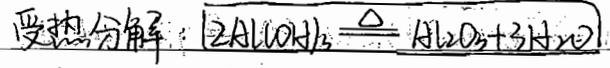


现象: 沉淀溶解至完全消失

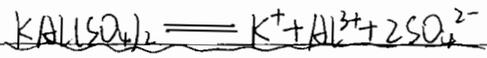
· 在  $Al(OH)_3$  中滴加  $NaOH$



### ④ 不稳定性



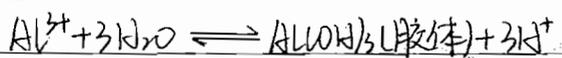
## 3. 硫酸铝钾 ( $KAl(SO_4)_2$ )



①  $KAl(SO_4)_2$  电离产生 2 种阳离子和 1 种阴离子, 是复盐。

② 由 2 种或 2 种以上的阳离子和 1 种酸根离子组成的化合物叫做复盐。

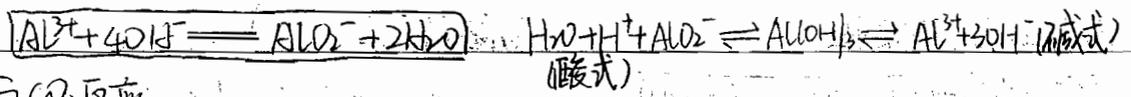
③  $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$  俗称明矾, 溶于水生成  $Al(OH)_3$  胶体, 具有净水作用。



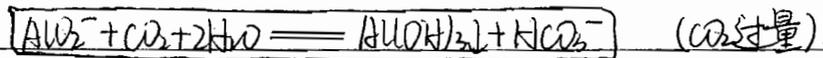
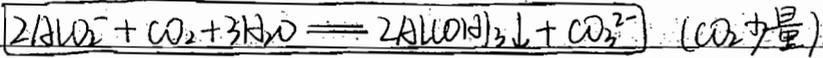
## 4. 偏铝酸盐 ( $NaAlO_2$ ) 存在于碱环境中, $Al^{3+}$ 存在于酸环境中

① 制备:  $Al^{3+}$  与  $NaOH$  反应

$Al(OH)_3$  的电离



② 与  $CO_2$  反应

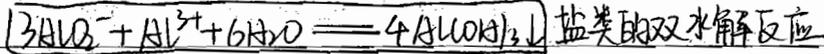


③ 与强酸反应





④与 $Al^{3+}$ 反应



三铁的重要化合物 (Fe: 原子序数26, 第四周期VIII, 最外层2个电子, 常见价位+2, +3)

1. 铁的氧化物 (均不溶于水及有机溶剂) 与还原剂反应 (CO, H<sub>2</sub>)

化学式	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
状态	黑色粉末	红棕色粉末	黑色晶体
稳定性	不稳定	稳定	稳定
俗称		铁红	磁性氧化铁
与H <sup>+</sup> 反应	$FeO + 2H^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + H_2O$	$Fe_2O_3 + 6H^+ \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 3H_2O$	$Fe_3O_4 + 8H^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2Fe^{3+} + 4H_2O$
铝热反应	$3FeO + 2Al \xrightarrow{\Delta} 3Fe + Al_2O_3$	$Fe_2O_3 + 2Al \xrightarrow{\Delta} 2Fe + Al_2O_3$	$3Fe_3O_4 + 8Al \xrightarrow{\Delta} 9Fe + 4Al_2O_3$

2. 铁的氢氧化物

①制备Fe(OH)<sub>3</sub>

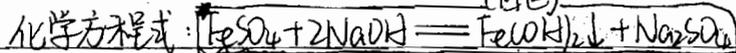
(红褐色)



现象: 生成红褐色沉淀

②制备Fe(OH)<sub>2</sub> (白色絮状物)

(白色)

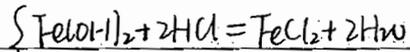


现象: 生成白色沉淀后迅速转变为灰绿色, 最后变为红褐色。

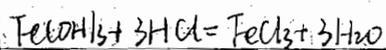
\* FeSO<sub>4</sub> 配制: 将FeSO<sub>4</sub> 固体溶于较浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 中, 同时加入少量铁粉。

③ Fe(OH)<sub>2</sub> 不稳定性

与酸的反应



制成Fe(OH)<sub>2</sub> 后会迅速转变为Fe(OH)<sub>3</sub>



④ Fe(OH)<sub>3</sub> 不稳定性



3. 几种离子的检验

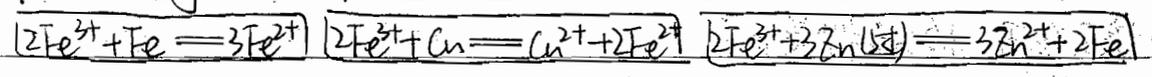
红砖中铁元素不比青砖中高, Fe为+3价

① 区别  $Fe^{2+}$  与  $Fe^{3+}$  (水溶液呈酸性)

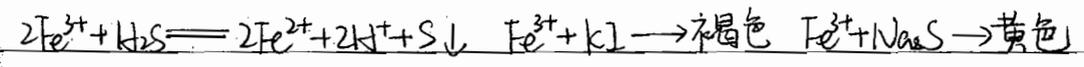
	$Fe^{2+}$	$Fe^{3+}$ (与苯酚呈紫色)
色态	浅绿色	棕黄色
加碱	$Fe^{2+} \xrightarrow{OH^-} \text{白色絮状 } Fe(OH)_2 \downarrow \rightarrow \text{灰绿色} \rightarrow \text{红褐色 } Fe(OH)_3$	生成红褐色 $Fe(OH)_3$
加 $SCN^-$	无明显变化	溶液变红

②  $Fe^{3+}$  的氧化性

氧化比 Cu, Hg 活泼的金属



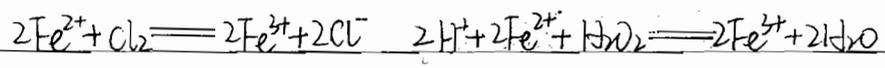
$H_2S, KI$  能使  $FeCl_3$  褪色,  $Na_2S$  使  $Fe^{3+}$  变色



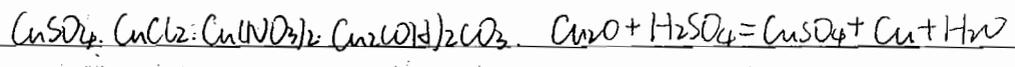
③  $Fe^{2+}$  的氧化性

$Fe^{2+} + Na_2S \Rightarrow$  类似加碱的现象, 置换反应

④  $Fe^{2+}$  的还原性     $4FeSO_4 + O_2 + 2H_2SO_4 = 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$

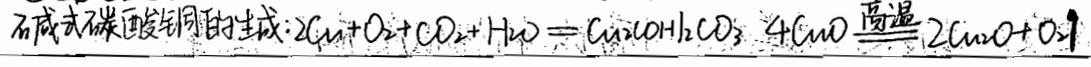
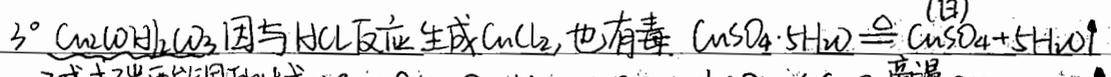


⑤ Cu 盐 (原子序数 29, 第四周期 IB 族)



1° Cu 单质不活泼, 使用铜器皿比较安全

2°  $Cu^{2+}$  有毒    CuO 用途: 玻璃着色剂, 脱硫剂



四 焰色反应 (不是化学反应, 是物理现象)

1. 定义

很多金属或它们的化合物在灼烧时都会使火焰呈现特殊的颜色, 叫焰色反应。

2. 载体

凡是灼烧时火焰没有特殊颜色的金属均叫做载体。

如铁 镍 铬 钴

Na  $\Rightarrow$  黄色  
K  $\Rightarrow$  紫色

## 2. 步骤

- ① 点燃酒精灯
- ② 载体在火焰上灼烧至火焰呈原色。
- ③ 用载体取待测物，在灯上灼烧，观察（若检验K，应透过蓝色钴玻璃观察）火焰颜色。
- ④ 将载体用盐酸洗净，在火焰上烧至原色，放好。

## 3. 注意事项

- ① 该反应用于检验微量元素
- ② 因金属氯化物熔点低，受热易挥发，因用HCl而不是H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。

## 4. 用途

- ① 用烟花
- ② 用作燃烧弹。

12.2

## 3.3 用途广泛的金属材料

### 一. 常见合金的重要应用

#### 1. 合金

① 定义：合金是由一种金属跟其他金属或非金属熔合而成的具有金属特性的物质。

#### ② 合金的性质及特点

硬度大、强度大、外表美观、而不腐蚀、价格低廉、应用广泛等。

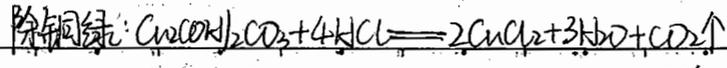
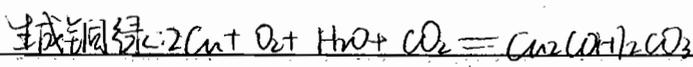
③ 合金的硬度一般比它各成分金属的硬度都大，熔点比它的各成分金属的熔点都低。

#### 2. 铜合金

① 红铜：即纯铜，一般用于制造矛头、刀、斧头，标志着进入铜器时代的开始。

② 青铜：铜锡合金，是人类最早使用的合金，标志着进入青铜器时代。

③ 黄铜：铜锌合金，受撞击发出悦耳的声音且耐腐蚀。



④ 白铜: 铜镍合金, 来源于中国, 可用于制造精密仪器及装饰品。

3. 钢 (用量最大, 用途最广的合金, 分为碳素钢和合金钢)。

① 碳素钢: 普通钢, 所含非金属比生铁少得多。

┌ 中低碳钢: 韧性好, 用于机械零件钢管。

└ 高碳钢: 硬度大, 用于刀具、量具。

② 合金钢: 特种钢。

┌ 锰钢: 韧性好, 硬度大, 用于钢轨、轴承、坦克装甲。

┌ 不锈钢 (铬镍): 抗腐蚀, 用于医疗器械。

┌ 硅钢: 导磁性, 用于变压器, 发电机芯。

└ 钨钢: 耐高温, 硬度大, 用于刀具。

“21世纪金属”钛(Ti): 易形成致密的氧化物, 抗腐蚀, 熔点高, 硬度大。

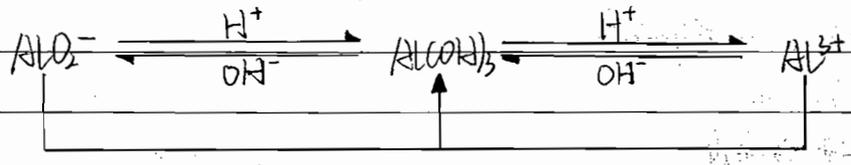
二. 正确选用金属材料 可塑性强, 密度小, 可作“人造骨骼”。

铀(U)用作核反应堆燃料, 镅用作“测烟雾监测材料”。

补充:

一.  $Al(OH)_3$  的两性及试剂滴加顺序与实验现象的研究。

1.  $Al(OH)_3$  的两性 (制备  $Al(OH)_3$ )



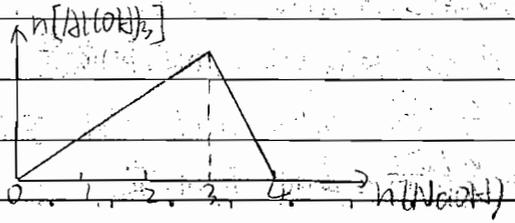
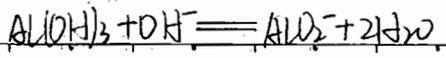
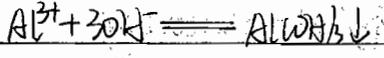
① 可溶性铝盐 ( $Al^{3+}$ ) 与氨水反应。

② 偏铝酸盐 ( $AlO_2^-$ ) 与二氧化碳反应

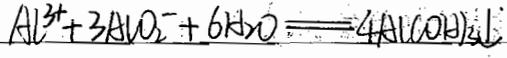
★ ③ 利用  $Al^{3+}$  和  $AlO_2^-$  在溶液中可发生相互促进的双水解反应。消耗最少

2. 试剂的滴加顺序与实验现象

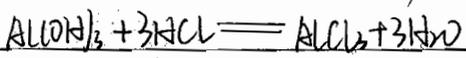
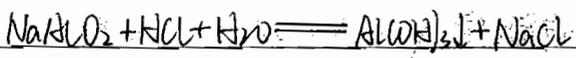
①  $AlCl_3$  与  $NaOH$  (过量)。



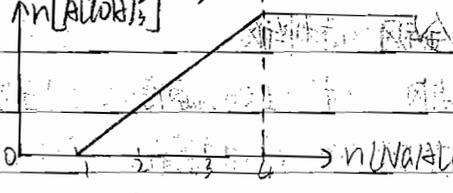
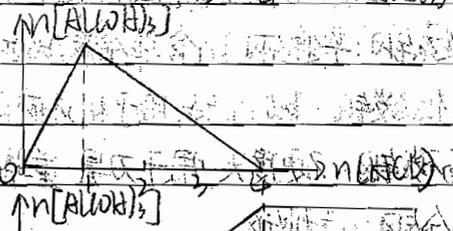
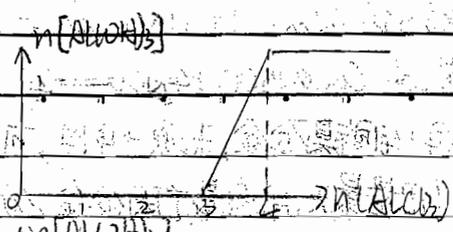
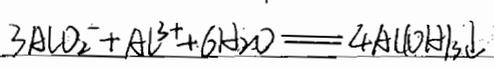
② NaOH与AlCl<sub>3</sub>(少量)



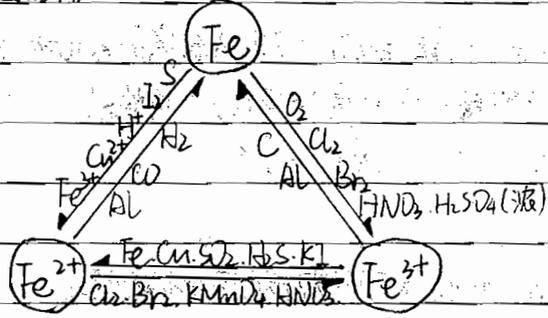
③ NaAlO<sub>2</sub>与HCl(过)



④ HCl与NaAlO<sub>2</sub>(过)



### 二、“铁三角”性质探究



1. Fe → Fe<sup>2+</sup>: 氧化性较弱非金属, 非氧化性酸, 不活泼金属的盐溶液
2. Fe<sup>2+</sup> → Fe: 比较活泼的金属
3. Fe → Fe<sup>3+</sup>: 强氧化剂
4. Fe<sup>3+</sup> → Fe: 活泼金属
5. Fe<sup>2+</sup> → Fe<sup>3+</sup>: 强氧化剂
6. Fe<sup>3+</sup> → Fe<sup>2+</sup>: 比较强的还原剂

### 三铝及其化合物的计算规律

1. Al<sup>3+</sup>与OH<sup>-</sup>反应生成Al(OH)<sub>3</sub>的质量

① 当  $\frac{n(Al^{3+})}{n(OH^-)} \geq \frac{1}{3}$  时,  $m[Al(OH)_3] = \frac{1}{3}n(OH^-) \times 78g/mol = 26n(OH^-)g$ .

② 当  $\frac{n(Al^{3+})}{n(OH^-)} \leq \frac{1}{4}$  时, 无沉淀

③ 当  $\frac{1}{4} < \frac{n(\text{Al}^{3+})}{n(\text{OH}^-)} < \frac{1}{2}$  时,  $m[\text{Al}(\text{OH})_3] = 78[4n(\text{Al}^{3+}) - n(\text{OH}^-)]g$

2.  $\text{AlO}_2^-$  与  $\text{H}^+$  反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  的质量

① 当  $\frac{n(\text{AlO}_2^-)}{n(\text{H}^+)} \geq 1$  时,  $m[\text{Al}(\text{OH})_3] = 78 \cdot n(\text{H}^+)g$

② 当  $\frac{1}{4} < \frac{n(\text{AlO}_2^-)}{n(\text{H}^+)} < 1$  时,  $m[\text{Al}(\text{OH})_3] = 26 \frac{1}{2} [4n(\text{AlO}_2^-) - n(\text{H}^+)]g$

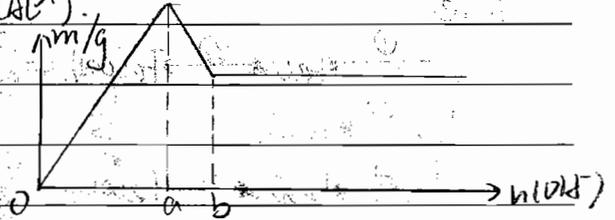
③ 当  $\frac{n(\text{AlO}_2^-)}{n(\text{H}^+)} < \frac{1}{4}$  时, 无沉淀

3.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  混合与  $\text{OH}^-$  反应时, 求  $n(\text{Mg}^{2+})$ 、 $n(\text{Al}^{3+})$

假设关系如右图, 则有

$$n(\text{Al}^{3+}) = (b-a) \text{ mol}$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{4a-3b}{2} \text{ mol}$$



\* 4. 明矾  $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$  溶液与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液反应生成沉淀质量

① 当  $\frac{n(\text{明矾})}{n[\text{Ba}(\text{OH})_2]} \geq \frac{2}{3}$  时,  $m = 285n[\text{Ba}(\text{OH})_2]$

② 当  $\frac{n(\text{明矾})}{n[\text{Ba}(\text{OH})_2]} \leq \frac{1}{2}$  时,  $m = 466n(\text{明矾})$

③ 当  $\frac{1}{2} < \frac{n(\text{明矾})}{n[\text{Ba}(\text{OH})_2]} < \frac{2}{3}$  时,  $m = 77n[\text{Ba}(\text{OH})_2] + 312n(\text{明矾})$

若有不能和盐酸反应的金属, 则视其为无限大

#### 四. 金属的分类

1. 根据其密度分

轻金属:  $\rho < 4.5g/cm^3$ , 如 Na, Mg, Al.

重金属:  $\rho > 4.5g/cm^3$ , 如 Cu, Hg, Ag.

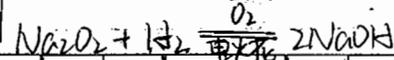
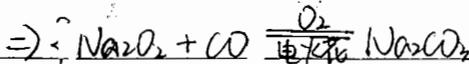
2. 冶金工业分类方法

黑色金属: 铁、铬、锰.

有色金属: 除铁、铬、锰以外的金属.

#### 五. 有关 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 跟 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 反应的计算

1.  $\text{Na}_2\text{O}_2 \sim \text{CO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2 \sim \text{H}_2\text{O}$

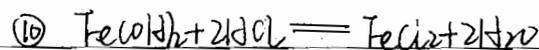
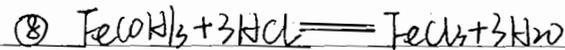
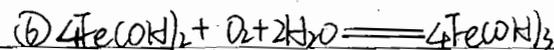
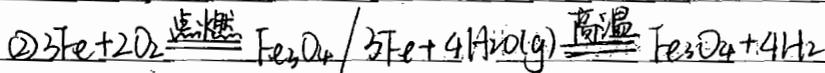
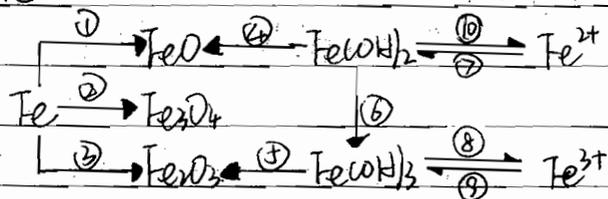


2.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$  混合反应时，应看作先与  $\text{CO}_2$  反应，后与  $\text{H}_2\text{O}$  反应

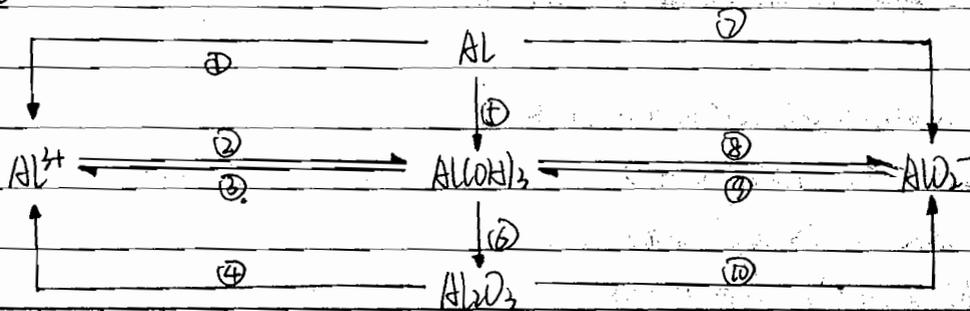
\* 3.  $W_g$  通式符合  $(\text{CO})_m(\text{H}_2)_n$  ( $\frac{m}{n} \in \mathbb{N}$ ) 的物质在  $\text{O}_2$  中燃烧，将其产物通过足量的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体，反应完毕，固体增重  $W_g$ 。

### 六. 本单元化学方程式总结

#### 1. Fe

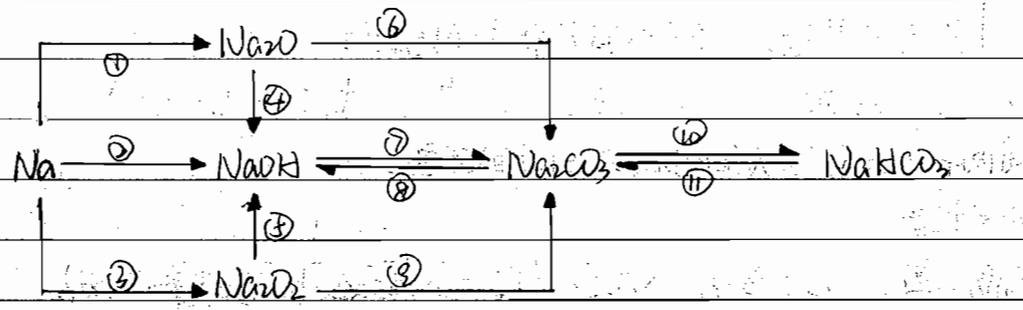


#### 2. Al

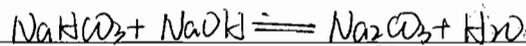
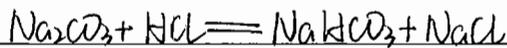
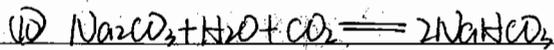
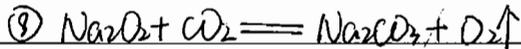
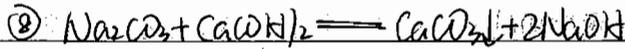
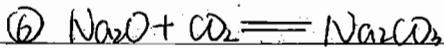


- ①  $2Al + 6HCl \rightleftharpoons 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$
- ②  $AlCl_3 + 3NaOH \rightleftharpoons 3NaCl + Al(OH)_3 \downarrow$
- $AlCl_3 + 3NH_4OH \rightleftharpoons 3NH_4Cl + Al(OH)_3 \downarrow$
- ③  $Al(OH)_3 + 3HCl \rightleftharpoons 3H_2O + AlCl_3$
- ④  $Al_2O_3 + 6HCl \rightleftharpoons 2AlCl_3 + 3H_2O$
- ⑤  $2Al + 6H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Al(OH)_3 + 3H_2 \uparrow$
- ⑥  $2Al(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 3H_2O$
- ⑦  $2Al + 2NaOH + 2H_2O \rightleftharpoons 2NaAlO_2 + 3H_2 \uparrow$
- ⑧  $Al(OH)_3 + NaOH \rightleftharpoons NaAlO_2 + 2H_2O$
- ⑨  $NaAlO_2 + 4HCl \rightleftharpoons AlCl_3 + NaCl + 2H_2O$
- $NaAlO_2 + HCl + H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 \downarrow + NaCl$
- $2NaAlO_2 + CO_2 + 3H_2O \rightleftharpoons 2Al(OH)_3 \downarrow + Na_2CO_3$
- $NaAlO_2 + CO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 \downarrow + NaHCO_3$
- $3NaAlO_2 + AlCl_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 4Al(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$
- ⑩  $Al_2O_3 + 2NaOH \rightleftharpoons 2NaAlO_2 + H_2O$

3. Na



- ①  $4Na + O_2 \rightleftharpoons 2Na_2O$
- ②  $2Na + 2H_2O \rightleftharpoons 2NaOH + H_2 \uparrow$
- ③  $2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$
- ④  $Na_2O + H_2O \rightleftharpoons 2NaOH$
- ⑤  $Na_2O_2 + H_2O \rightleftharpoons 2NaOH + O_2 \uparrow$



12.10

## 第四章 非金属及其化合物

## 4.1 无机非金属材料的主角——硅

## 一、二氧化硅和硅酸

硅酸：SiO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>1. 二氧化硅(SiO<sub>2</sub>) → 酸性氧化物① SiO<sub>2</sub>的存在· 天然SiO<sub>2</sub>约占地球质量的12%，存在晶体和无定形两种，统称硅石。

· 晶体(水晶) → 无色透明的晶体

· 玛瑙 → 具有彩色环带状或层状的石英晶体。

② SiO<sub>2</sub>的空间结构 SiO<sub>2</sub>不是石英分子式，只是化学式，SiO<sub>2</sub>由原子组成

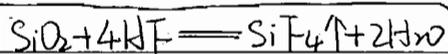
空间网状结构，类似金刚石，为正四面体型。

## ③ 物理性质

熔点高，硬度大，无色透明；不溶于水(唯一不溶于水的酸性氧化物)！

## ④ 化学性质

· 与HF(氢氟酸)的反应



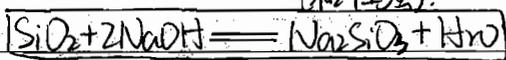
· 与碱性氧化物反应

HF是唯一能与SiO<sub>2</sub>反应的酸；玻璃主要成分为SiO<sub>2</sub>，可用HF雕刻；

制取和盛装HF时均不可用玻璃器皿；

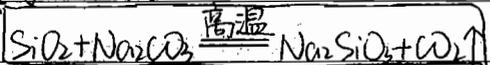
而用塑料瓶或银皿。

跟水反应生成酸的氧化物不一定是该酸的酸酐如  $\text{NO}_2$   
(酸性强)



可用于解释碱性溶液不用玻璃塞密封的原因: 会被生成的  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  粘在一起

\* 与盐的反应



③ 用途 (石英、沙子、光纤)

- 制造光导纤维 ( $\text{SiO}_2$ )
- 制作石英玻璃、石英电子表、石英钟 (石英)
- 制造电子工业的重要部件、光学仪器、工艺品 (水晶)
- 制玻璃和用作建筑材料 (石英砂)

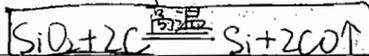
2 硅酸 ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) —— 除此之外还有  $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$  和  $\text{H}_4\text{SiO}_4$

① 物理性质及用途

不溶于水的弱酸, 不能使指示剂变色 (比  $\text{H}_2\text{CO}_3$  还弱)

② 化学性质

- 不稳定 (比  $\text{H}_2\text{CO}_3$  稳定, 受热分解)
- 弱氧化性

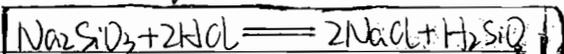


· 硅酸与碱溶液反应



③ 制取方法 (用可溶性硅酸盐与酸反应制得)

·  $\text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{aq})$  与强酸反应

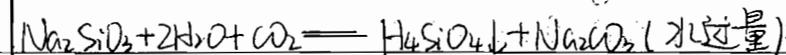
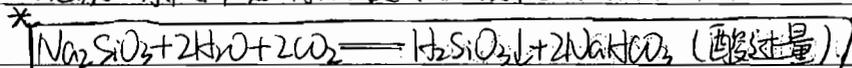


现象: 有软而透明的胶冻状物质生成

·  $\text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{aq})$  与  $\text{CO}_2$  的反应



现象: 有软而透明的胶冻状物质生成



### 3. 硅胶

① 主要成分:  $\text{H}_2\text{SiO}_3$

② 性质及用途

多孔, 吸水能力强, 常用作干燥剂和催化剂的载体。

③ 制法

· 当  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  浓度较大时, 便形成软而透明的、胶冻状的硅酸凝胶。

· 硅酸凝胶经干燥脱水后得到多孔的硅酸干凝胶, 称为硅胶。

### 二. 硅酸盐

构成地壳岩石的主要成分, 是由硅、氧和金属组成的化合物的总称, 大多不溶于水, 化学性质稳定。

1. 硅酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )

① 俗称水玻璃, 工业上用作黏合剂, 防腐剂和耐火材料, 又称泡发碱。

② 阻燃性

$\text{Na}_2\text{SiO}_3$  溶液

实验现象: 浸泡过  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  饱和溶液的滤纸条放置在酒精灯外焰不会燃烧。

2. 硅酸盐氧化物表示方法

① 硅酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) :  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$

② 高岭土 [ $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_4$ ] :  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

③ 镁橄榄石 ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ) :  $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$

④ 石棉 ( $\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ ) :  $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$

⑤ 沸石 [ $\text{Na}_2\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_4$ ] :  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

⑥ 云母 [ $\text{K}_2\text{Al}_6(\text{Si}_3\text{O}_{10})_2(\text{OH})_4$ ] :  $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

⑦ 滑石 [ $\text{Mg}_3(\text{Si}_3\text{O}_7)_2(\text{OH})_2$ ] :  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

⑧ 长石 ( $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ ) :  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

\* 排列顺序: 金属氧化物 (活泼  $\rightarrow$  不活泼)  $\cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

水泥主要成份:  $2CaO \cdot SiO_2$ ,  $3CaO \cdot SiO_2$ ,  $3CaO \cdot Al_2O_3$

3. 水泥 (加入石膏调节凝固时间) 使用量最大的无机非金属材料: 水泥、玻璃、陶瓷  
以黏土和石灰石为原料。特性: 水硬性(化学变化)

4. 玻璃 (蓝玻璃  $\rightarrow$  氧化钴, 绿玻璃  $\rightarrow$  二价铁)

① 以纯碱、石灰石和石英为原料。

② 反应原理



5. 陶瓷  $\rightarrow Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  高温结构陶瓷:  $Al_2O_3$ ,  $Si_3N_4$

以黏土为原料。种类有: 土器(砖、瓦)、陶器、炆器、瓷器。

6. 其他含硅化合物

① 碳化硅(SiC): 俗称金刚砂, 熔点高, 硬度大, 用作砂纸磨料。

② 硅钢: 含Si 4%, 有很高的导磁性, 用作变压器铁芯。

③ 硅橡胶: 耐高低温, 用于制造零部件和绝缘材料。

④ 分子筛: 均匀微孔结构的铝硅酸盐, 用作吸附剂和催化剂。

### 三. 硅单质

1. 存在

① 自然界中无游离态的Si。

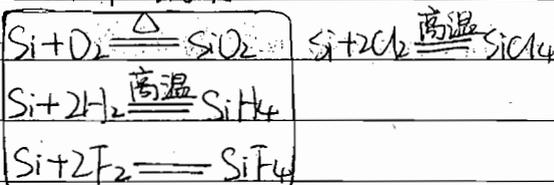
② 硅是无机世界的重要组成部分。

2. 物理性质

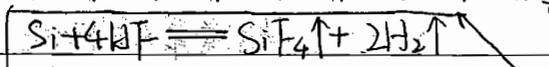
有金属光泽, 硬而脆, 灰黑色固体, 熔点高。

3. 化学性质 (常温下不活泼)

① Si与非金属的反应



② Si与酸、碱的反应



5. 硅的用途

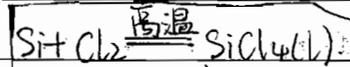
- ① 是良好的半导体材料
- ② 是信息技术的关键材料
- ③ 硅芯片的使用是一大发展
- ④ 可制成太阳能电池。

6. 硅的制备

① 制粗硅



② 提纯

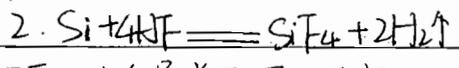


四硅及其化合物的反常现象

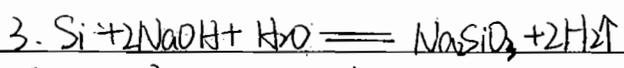


矛盾: Si的还原性比C强。

解释: CO是气体, 生成后离开反应体系使反应进行到底。



矛盾: 非金属单质不与非氧化性酸反应



矛盾: 非金属单质与强碱反应一般不生成H<sub>2</sub>。

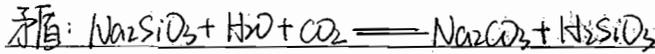
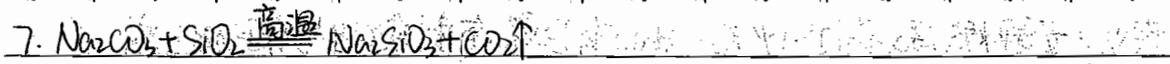
4. 虽然SiO<sub>2</sub>是硅酸的酸酐, 但却不能用其与水反应制备硅酸。



矛盾: 酸性氧化物一般不与酸反应

6. 无机酸一般易溶于水, 而硅酸和原硅酸却难溶于水。

7. 雅  
8. 解  
9.  
2.23  
-:  
1.身  
2.靠  
黄  
密  
3.靠  
①点  
· [2]  
现  
· [C]  
现  
· [Fe]  
现  
②与  
· [2P]  
现象  
· [H<sub>2</sub>]



解释:  $\text{CO}_2$  逸出使反应向右进行到底。

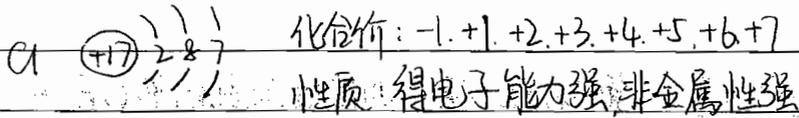
8. 绝大多数非金属元素的最高价含氧酸只有一种, 而硅的+4价含氧酸有许多种。

9.  $\text{SiO}_2$  是熔点最高的非金属氧化物,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  是常温下呈固态的酸。

## 23 4.2 富集在海水中的元素——氯

一. 活泼的黄绿色气体——氯气。 氧化性:  $\text{F} > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

### 1. 氯的原子结构



### 2. 氯气的物理性质 (瑞典舍勒发现)

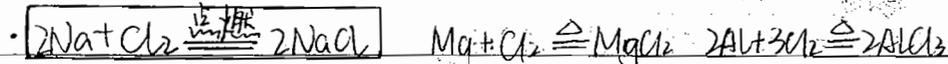
黄绿色, 有刺激性气味的有毒气体, 可溶于水, 水溶液呈浅黄绿色。

密度比空气大, 易液化, 在自然界中以化合态存在。

### 3. 氯气的化学性质 氯气的应用 (制备高纯硅锗和钛的重要中间物质)

#### ① 与金属反应

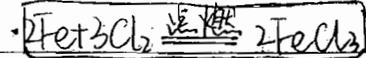
合成塑料橡胶人造纤维农药染料的原料



现象: 剧烈燃烧, 产生黄色火焰, 有白烟生成。

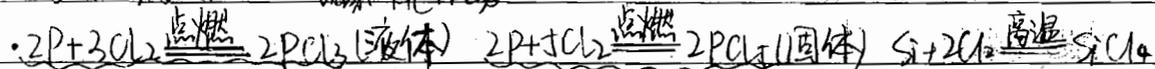


现象: 剧烈燃烧, 有棕黄色烟生成; 溶于水后浓溶液呈黄色, 稀溶液呈绿色或蓝色。

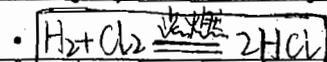


现象: 剧烈燃烧, 有棕红色烟生成; 溶于水后形成黄色浊液。

#### ② 与非金属反应 现象: 白色烟雾



现象: 产生白色烟雾



Date . . . 汞的无机 → 有机  $HgCl_2 + CH_4 \xrightarrow{\text{微生物}} CH_3HgCl + HCl$

与  $HBr, H_2S, HI$  反应时有液滴生成

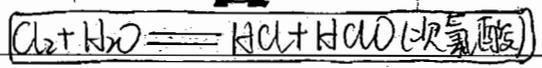
现象: 安静燃烧, 苍白色火焰, 瓶口有白雾, 有刺激性气味气体生成.



现象: 爆炸, 瓶口有白雾.  $Cl_2 + Na_2S = S \downarrow + 2NaCl$



• 溶解的氯气部分与水起反应  $3Cl_2 + 2NH_3 = 6HCl + N_2$   $3Cl_2 + 8NH_3 = 6NH_4Cl + N_2$



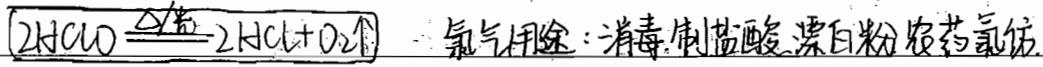
• 次氯酸的性质

a. 强氧化

干燥的  $Cl_2$  没有漂白性

漂白、杀菌消毒, 可使有色布条褪色

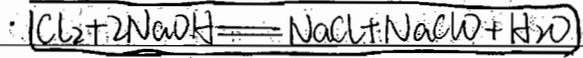
b. 不稳定性



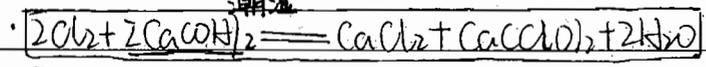
c. 弱酸 (弱于  $H_2CO_3$ )

离子方程式不分解

④ 与碱溶液反应 与热  $NaOH$  反应:  $3Cl_2 + 6NaOH \xrightarrow{\Delta} 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$

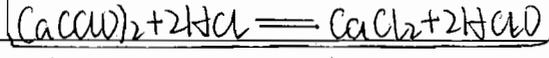
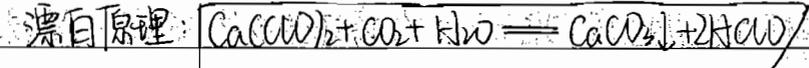


用途: 实验室制氯气时, 多余氯气用  $NaOH$  溶液吸收.



漂白粉成分:  $CaCl_2$  同  $Ca(ClO)_2$  的固体混合物 (有效含氯量 35%)

有效成分:  $Ca(ClO)_2$  (有效含氯量 70%)



⑤ 与盐反应:  $2FeCl_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2FeCl_3$

二氯离子 ( $Cl^-$ ) 的检验

1. 一般步骤

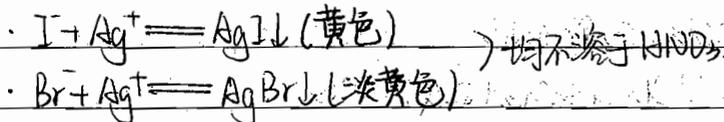
① 待测液  $AgNO_3$  稀  $HNO_3$ , 白色沉淀

② 待测液 稀  $HNO_3$ ,  $AgNO_3$ , 白色沉淀

- ② 碘蓝(加 $I_2$ ) Ag 用于检测降雨
- ③ 存溴水不能用胶塞

## 2. 干扰离子 ( $I^-$ , $Br^-$ , $SO_4^{2-}$ , $SO_3^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ )

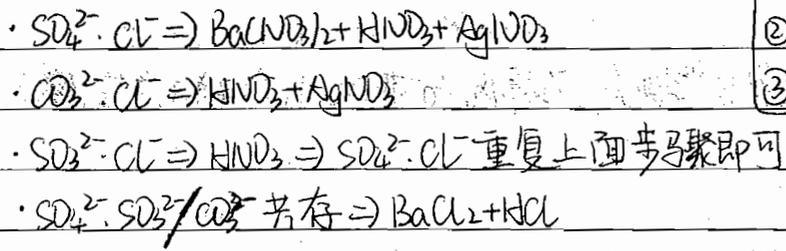
### ① $I^-$ , $Br^-$



**常用检验法:**

- ①  $SO_4^{2-} \Rightarrow HNO_3 + BaCl_2$
- ②  $CO_3^{2-} \Rightarrow HNO_3 + HCl + BaCl_2$
- ③  $SO_3^{2-} \Rightarrow HCl + BaCl_2$

### ② $SO_4^{2-}$ , $SO_3^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ 检验方法见后

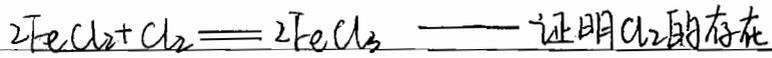


制取  $HCl$  气体: 浓  $H_2SO_4$  滴入浓  $HCl$

## 三氯水的组成与性质

- \* 新置氯水中含有粒子:  $H_2O$ ,  $Cl_2$ ,  $HClO$ ,  $H^+$ ,  $ClO^-$ ,  $Cl^-$ ,  $OH^-$  (极少量)
- \* 久置的氯水最后变为稀盐酸

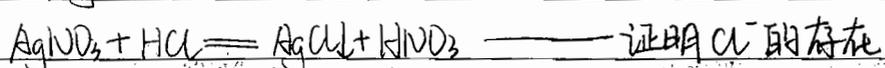
### 1. 向 $FeCl_2$ 中滴加氯水



### 2. 向蓝色石蕊试液中滴加氯水

现象: 溶液先变红, 后褪色 —— 证明  $H^+$ ,  $Cl^-$ ,  $ClO^-$ ,  $HClO$  的存在

### 3. 向 $AgNO_3$ 溶液中滴加氯水



### 4. 证明 $HClO$ 的强氧化性

① 氯水 +  $KI \Rightarrow$  颜色加深 { 加淀粉变蓝  
 加  $CCl_4$  上层溶液变浅, 下层溶液变为紫红色。

② 氯水 +  $NaBr \Rightarrow$  颜色加深, 加  $CCl_4$  下层溶液变为橙色

③ 氯水 +  $Na_2S \Rightarrow$  有  $H_2S$  生成 (臭鸡蛋味), 白色沉淀出现

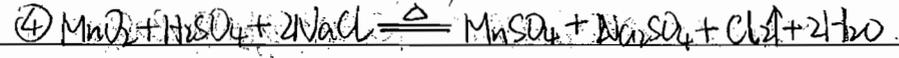
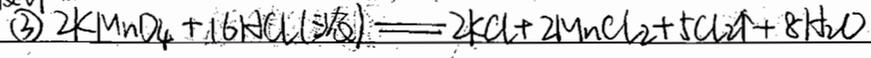
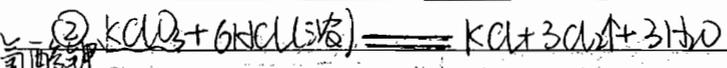
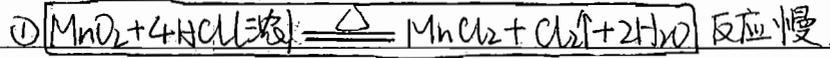


## 四. 氯气的实验室制备

浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>酸化

Cl<sup>-</sup> → Cl<sub>2</sub>: NaCl / CaCl<sub>2</sub> / NH<sub>4</sub>Cl / KCl + MnO<sub>2</sub> / KMnO<sub>4</sub> / KClO<sub>3</sub> / Ca(ClO)<sub>2</sub> / O<sub>2</sub> / K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

1 实验原理  $2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2} 2KCl + 3O_2 \uparrow$  浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 浓HNO<sub>3</sub>不能氧化-1价的Cl



2 实验仪器

酒精灯, 圆底烧瓶, 铁架台(带铁夹), 石棉网, 分液漏斗, 广口瓶, 导管, 橡皮管, 烧杯, 双孔塞

3 实验试剂

MnO<sub>2</sub>, HCl(浓), 饱和食盐水, NaOH, 浓硫酸

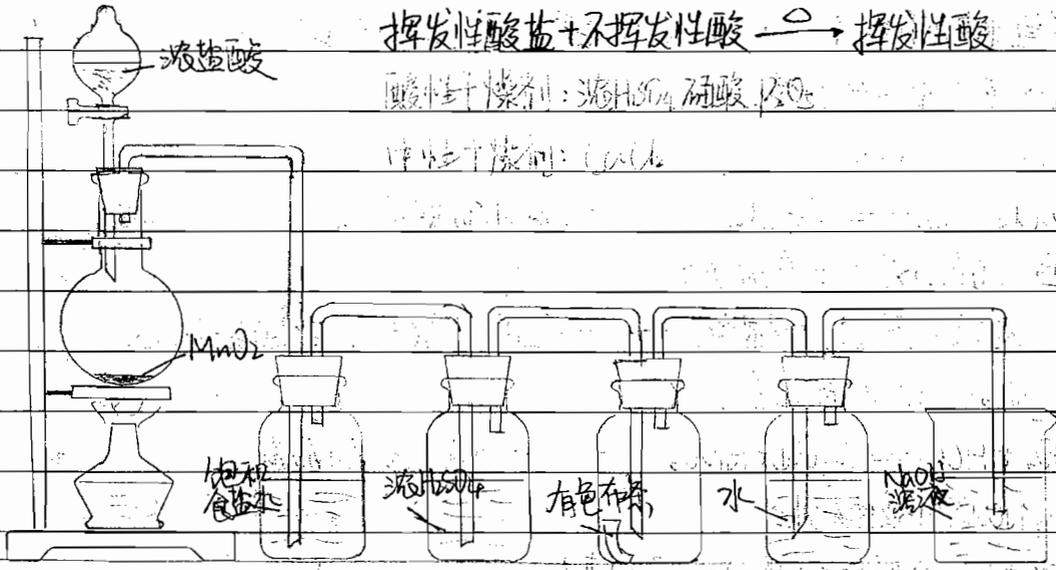
4 实验装置

HX制备原理

挥发性酸盐 + 不挥发性酸 → 挥发性酸

酸性干燥剂: 浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 硝酸, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

中性干燥剂: CaCl<sub>2</sub>



5. 注意事项

- ① 不能用长颈漏斗 ⇒ 会使气体逸出。
- 不能用启普发生器 ⇒ MnO<sub>2</sub>是粉末, 需要加热。
- ② 饱和食盐水 ⇒ NaCl可使Cl<sub>2</sub>溶解量降到最低, H<sub>2</sub>O可吸收挥发出来的HCl。
- ③ 浓硫酸 ⇒ 吸收水蒸气。

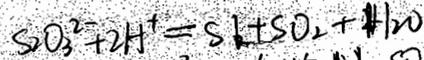
④收集方法：向上排空气法

⑤验满方法：可用湿润的KI-淀粉试纸放于集气瓶口处，若变蓝则证明已集满。

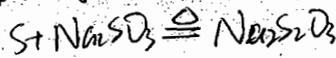
(原理： $2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$  淀粉遇单质碘变蓝)

⑥尾气吸收试剂：NaOH溶液

$S_2O_3^{2-}$  硫代硫酸根



制：将S粉通入热浓  $Na_2SO_3$  共热



(氧族元素见后) 4.3 硫和氮的氧化物  
- 硫

1. 硫的存在

①游离态的硫：存在于火山口附近或地壳的岩层里

②化合态的硫：以硫化物及硫酸盐的形式存在

\* 硫还存在于石油、天然气、煤等化石燃料中

2. 硫的物理性质

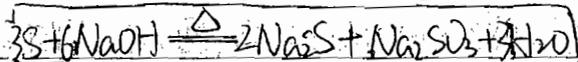
有毒有臭味

黄色晶体，质脆，易研成粉末，不溶于水，微溶于酒精，易溶于二硫化碳( $CS_2$ )

3. 硫的化学性质 当S的化合价变化时，通常变到相邻价态

①与非金属的反应

②与碱反应



②与金属反应

价态转化： $S \xrightarrow{HNO_3} +6 \rightleftharpoons \xrightarrow{\text{浓}HNO_3} +6$



$H_2S \begin{cases} \text{冷} H_2SO_4(\text{液}) S \\ \text{热} H_2SO_4(\text{液}) SO_2 \end{cases}$



在纯氧中燃烧：明亮的蓝紫色火焰 非金属性  $F > Cl > Br > I > S$   $I_2 + Na_2S = 2NaI + S \downarrow$

二. 二氧化硫和三氧化硫 ( $SO_2$  和  $SO_3$ )

1.  $SO_2$  的物理性质

无色，有刺激性气味的有毒气体，密度比空气大，易液化，易溶于水

2.  $SO_2$  的化学性质

①  $SO_2$  与  $H_2O$  的反应

反应放热  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$  在可逆反应中, 与该反应有关的各种物质共存。  
此反应是可逆反应

② 与碱的反应

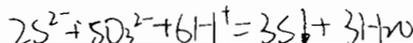
- $2\text{NaOH} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{SO}_2$  少量)
  - $\text{NaOH} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NaHSO}_3$  ( $\text{SO}_2$  过量)
  - $\text{Ca(OH)}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{SO}_2$  少量)
  - $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca(HSO}_3)_2$  ( $\text{SO}_2$  过量)
- 因为现象与  $\text{CO}_2$  相同, 所以不能用  $\text{Ca(OH)}_2$  鉴别两者。

③ 还原性

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$  (汽车尾气处理办法: 工业制硫酸步骤之一)

- $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$   $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S} \uparrow$
- $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$   $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$   $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

④ 氧化性



⑤ 漂白性

实验现象: 向品红溶液中通入  $\text{SO}_2$  气体时, 品红褪色;

加热后, 又恢复到原来的颜色。

氯水和  $\text{SO}_2$  水溶液混合后加入品红, 褪色现象没有刚才明显。

实验结论:  $\text{SO}_2$  能跟某些有色物质化合生成不稳定的无色物质, 这种无色物质与有色物质恢复为原来的颜色。

\*  $\text{SO}_2$  的水溶液比其气体的漂白性强。

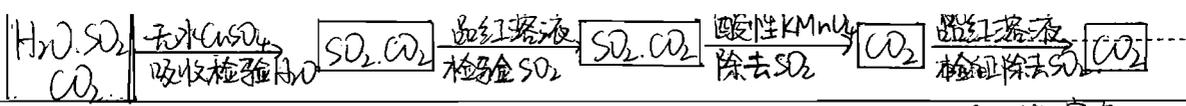
应用: 鉴定  $\text{SO}_2$  气体。

⑥ 补充

•  $\text{SO}_2$  水溶液

+ 氯水  $\Rightarrow$  黄绿色褪去, 得到无色溶液 —— 体现还原性

+  $\text{Na}_2\text{S} \Rightarrow$  溶液变浑浊, 有淡黄色沉淀 —— 体现氧化性



+KI  $\Rightarrow$  无明显现象, 无碘单质生成 —— 氧化性弱于  $\text{Fe}^{3+}$



3.  $\text{SO}_3$  的化学性质

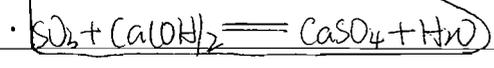
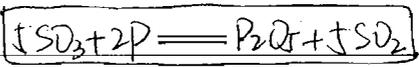
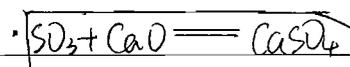
物理性质: 无色易挥发的固体, 熔点, 沸点低

① 与水的反应



② 与碱性氧化物或碱反应

③ 强氧化性



判断酸酐: 中心化合价相等

三 二氧化氮和一氧化氮

1. 氮单质



N.  $\text{(+)} \begin{matrix} 5 \\ 3 \end{matrix}$  化合价:  $-3, 0, +1, +2, +3, +4, +5$

氧化物:  $\text{N}_2\text{O}, \text{NO}, \text{N}_2\text{O}_3, \text{N}_2\text{O}_4, \text{N}_2\text{O}_5, \text{NO}_2$

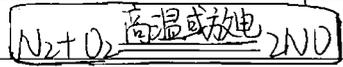
2. NO 的物理性质

无色, 难溶于水的有毒气体, 无味, 密度接近空气

NO 的检验:

3. NO 的合成 (自然界打雷, 汽车尾气)

鼓入空气后变成红棕色



$\text{AgNO}_2$  为白色沉淀

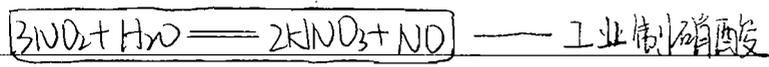
4. NO 的化学性质



5.  $\text{NO}_2$  的物理性质 (不是酸性氧化物)

红棕色, 有刺激性气味的有毒气体, 密度比空气大, 易液化, 易溶于水。

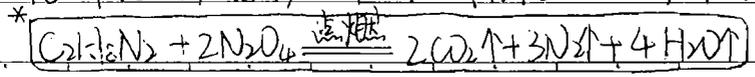
6.  $\text{NO}_2$  的化学性质  $\text{NO}_2$  能使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝, 但不与  $\text{AgNO}_3$  溶液反应



7.  $\text{N}_2\text{O}_4$  的氧化性

$\text{NO}_2$  与  $\text{N}_2\text{O}_4$  间可以转化, 但不是氧化还原反应

在研制的火箭中, 使用偏二甲肼 ( $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ ) 作燃料,  $\text{N}_2\text{O}_4$  作氧化剂。



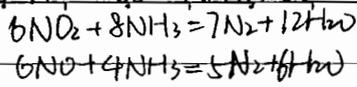
NO.  $SO_2, NO_2, Br_2$   
①  $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2SO_3$   $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

Date ②  $NaOH + SO_2 = NaHSO_3$   $2NaOH + NO_2 + NO = 2NaNO_2 + H_2O$

$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$

③  $2NH_3 + H_2O + SO_2 = (NH_4)_2SO_3$   $NH_3 + H_2O + SO_2 = NH_4HSO_3$

#### 四 $SO_2$ 和 $NO_2$ 对大气的污染



1.  $SO_2, NO_2$  的来源

①  $SO_2 \Rightarrow$  燃烧或冶炼的产物

②  $NO_2 \Rightarrow$  汽车尾气 尾气转换器  $2CO + 2NO \xrightarrow{\text{催化剂}} 2CO_2 + N_2$

2. 酸雨 (危害: 破坏农作物使土壤酸化, 加速建筑物腐蚀)

① 定义

pH 小于 5.6 的降水叫做酸雨。

② 酸雨的成因

$H_2SO_4, H_2SO_3, HNO_3, HNO_2$  等酸溶于雨水使 pH 下降, 形成酸雨。

③ 酸雨的防治

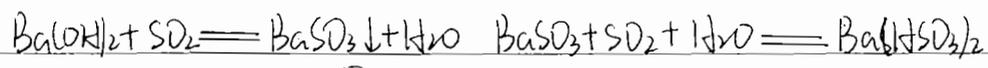
- 提高能源利用率, 减少污染气体的排放。
- 改变能源结构, 加速发展无污染能源。

#### 五 化学现象中“先变浑浊而变澄清”总结

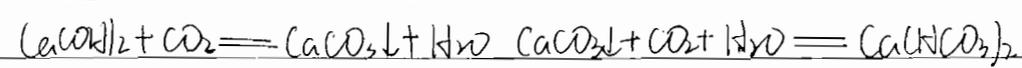
1.  $Ca(OH)_2$  中通入  $SO_2$  至过量



2.  $Ba(OH)_2$  中通入  $SO_2$  至过量



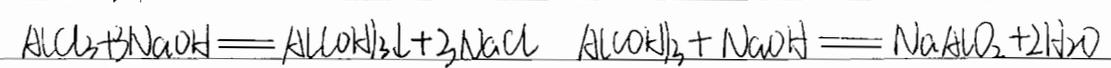
3.  $Ca(OH)_2$  中通入  $CO_2$  至过量



4.  $Ba(OH)_2$  中通入  $CO_2$  至过量

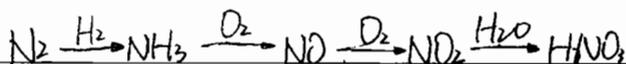


5.  $AlCl_3$  中加  $NaOH$  至过量



#### 六 漂白原理比较

漂白, 是使有机色素褪色!  $Br_2$  不算



## 1. 分类

### ① 氧化型

本身是一种强氧化剂，可以破坏掉有机色质，是不可逆的。(如  $\text{Cl}_2$ )

### ② 加合型

漂白剂与有机色质发生化合反应，但在一定条件下可以恢复，是可逆的。(如  $\text{SO}_2$ )

### ③ 吸附型

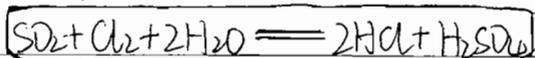
本身因多孔、疏松，可以吸附某些有色物质，是物理变化。(如活性炭)

## 2. $\text{Cl}_2$ 与 $\text{SO}_2$ 的比较

①  $\text{SO}_2$  能使强氧化性溶液褪色，是因为  $\text{SO}_2$  具有还原性，并不体现  $\text{SO}_2$  的漂白性。

②  $\text{SO}_2$  不能使紫色石蕊试剂褪色，但  $\text{Cl}_2$  可以

③ 等物质的量的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$  通入品红溶液不能使之褪色，因为：



## 1.2.2.4

## 4.4. 氨、硝酸、硫酸 $\text{NH}_3$ 在空气中不能点燃

### 一、氨 (蛋白质的重要成分)

#### 1. 氨气 ( $\text{NH}_3$ ) 的物理性质

无色，有刺激性气味气体，易液化，极易溶于水 (700:1)。

#### 2. 喷泉实验

$\text{NH}_3$  会与无水  $\text{CaCl}_2$  形成络合物可用于吸收  $\text{NH}_3$

① 操作：若使用单孔胶塞，则需要使用热毛巾或冷水。

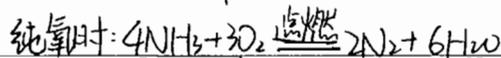
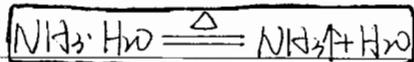
② 现象：烧杯中的水喷入烧瓶中，并变为红色。

③ 结论： $\text{NH}_3$  极易溶于水，生成  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  其溶液显碱性，会使酚酞变红色。

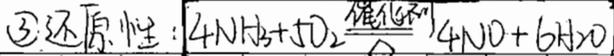
#### 2. 氨水 (因有腐蚀作用，不能用金属容器盛装)

氨气溶于水得到的溶液叫氨水， $\rho_{\text{NH}_3} < 1 \text{ g/cm}^3$ ，浓度越大，密度越小。

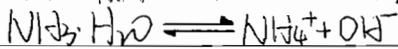
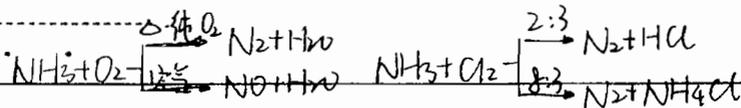
① 不稳定性 (主要成分为  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 但计算时只需算  $\text{NH}_3$  即可。



#### ② 弱碱性



将游离态的氨转变为含氮化合物叫做氨的固定 (反应放热，是工业制硝酸基础)

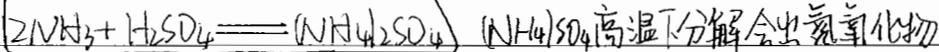
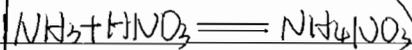


液氨气化要吸收大量的热，因此可作制冷剂。

### 3. 铵盐

① 氨气与酸反应生成铵盐

氨是一种重要化工产品，是制造硝酸铵盐、纯碱的原料



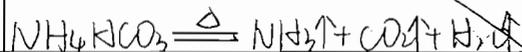
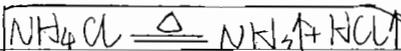
② 物理性质  $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{N}_2\uparrow + 9\text{H}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3\uparrow$  还有其他可能，不唯一

均为白色固体，易溶于水

所有铵盐加热均能分解，且产物一般为 NH<sub>3</sub> 和相应的酸，可利用此性质进行固体混合物的分离。

③ 化学性质

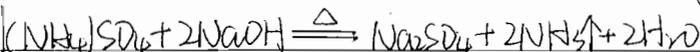
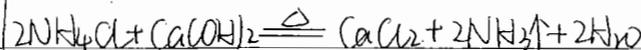
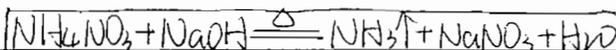
· 受热易分解



石前酸和硫酸的铵盐因产物复杂不研究

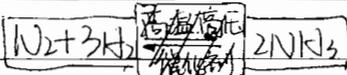
· 与碱的反应

与强碱混合加热都有 NH<sub>3</sub> 放出，与稀溶液混合且不加热时生成的是 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O，无 NH<sub>3</sub>。

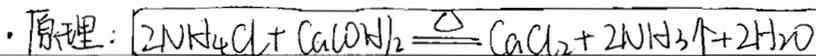


### 4. 氨气的制取

① 工业制法



② 实验室制法 实验室中不用 NaOH，会与玻璃发生反应。



· 药品：氯化铵晶体、熟石灰

· 装置：固-固加热反应装置

★ 在收集 NH<sub>3</sub> 的试管口塞一团干棉花，可防止空气对流。

· 收集：向下排空气法

·干燥剂: 碱石灰, 固体 NaOH

·检验: 湿润的红色石蕊试纸(变蓝)

·蘸有浓盐酸的玻璃棒接近瓶口(产生白烟):

·尾气吸收: 稀  $H_2SO_4$

## 二. 硫酸和硝酸的氧化性.

稀酸酸性 = 酸的氧化性

### 1. 浓硫酸的特性

#### ① 吸水性

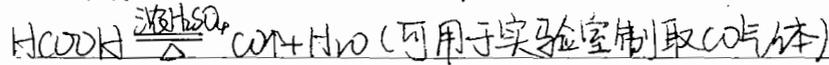
利用这一特性, 实验室里常用其做干燥剂.

#### ② 脱水性

·浓硫酸可以将许多有机物中的 H、O 元素按水分子的组成比例脱去, 使有机物脱水碳化.

·实验现象: 蔗糖逐渐变黑, 体积膨胀, 形成疏松多孔的海绵状的炭.

·也有些有机物不产生碳化现象



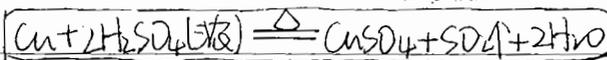
·有强烈的腐蚀性, 皮肤上沾了后一定要及时处理.

#### ③ 强氧化性

体现吸水性

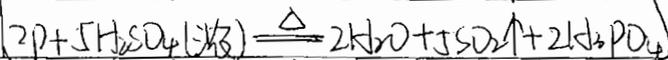
·与金属反应

该反应既体现了浓硫酸的强氧化性又体现了其酸性.

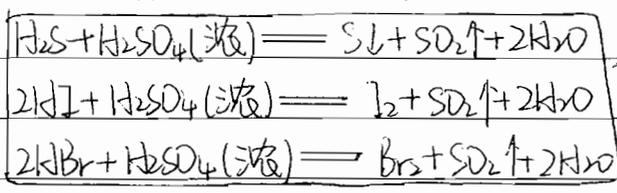


常温下 Fe、Al 等金属不与浓硫酸反应, 即在浓硫酸中会发生钝化现象, 在金属表面形成一层致密的氧化物保护膜, 从而阻止浓硫酸与金属的继续反应, 这也是浓硫酸强氧化性的表现.

·与非金属反应



· 与化合物的反应 (与强还原性物质不共存)



→ { H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 不能干燥强还原性气体, 但 H<sub>2</sub>O 除外

### 2 硝酸的性质

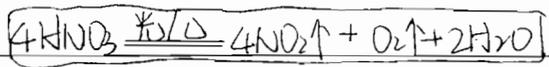
#### ① 物理性质

- 无色有刺激性气味液体
- 浓 HNO<sub>3</sub> 一般显黄色 (分解产生的 NO<sub>2</sub> 溶在其中)
- 沸点低, 易挥发, 遇空气呈白雾状
- 98% 的 HNO<sub>3</sub> 称为“发烟硝酸”。
- 保存于棕色瓶中, 在低温、阴暗处放置。

#### ② 化学性质

按金属活动性顺序, 受热分解产物

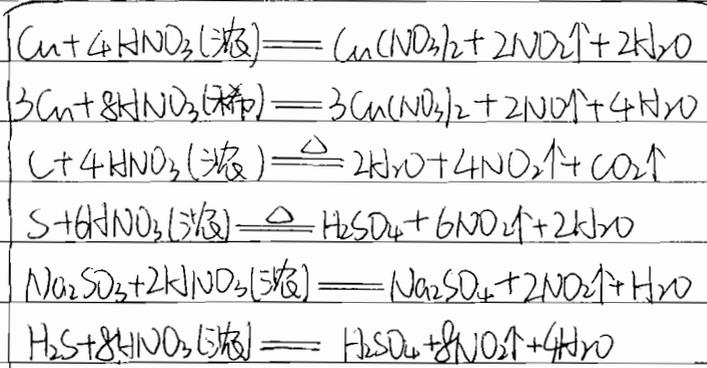
· 不稳定性 (硝酸盐同样具有不稳定性): Mg 前金属 ⇒ 亚硝酸盐 + O<sub>2</sub>



Mg ~ Cu ⇒ 氧化物 + NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>

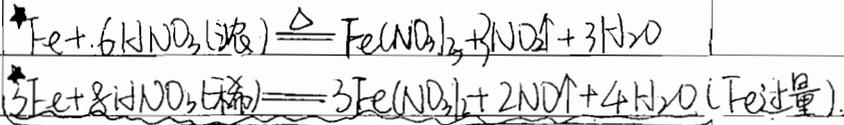
· 强氧化性

(Cu 后金属) ⇒ 单质 + NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>



AgNO<sub>3</sub> 为白色沉淀

计算转移电子数  
分步计算



① 浓 HNO<sub>3</sub> 生成 NO<sub>2</sub>, 稀 HNO<sub>3</sub> 生成 NO.  $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

② 常温下, Fe, Al 在浓 HNO<sub>3</sub> 中钝化

③ 浓硝酸具有强氧化性, 使紫色石蕊试液先变红, 后褪色。

### 3. 硫酸和硝酸的用途

① 重要的化工原料, 工业上用于制备化肥、农药、炸药、染料、盐类

② 都是实验室必备的重要试剂。

硫酸还用于精炼石油、金属加工前的酸洗。王水: 浓硝酸与浓盐酸 1:3 混合

### 三. 酸的氧化性与氧化性酸

1. 一切酸都具有酸的氧化性

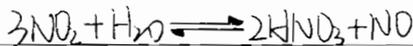
2. 酸根部分易获得电子的酸叫氧化性酸。

### 四. 浓硫酸与稀硫酸的区别

1. 浓硫酸有氧化性, 稀硫酸无氧化性

2. 用玻璃棒蘸取试液在纸上写字, 立即变黑者为浓硫酸, 另一种为稀硫酸。

### 五. 浓硝酸与稀硝酸氧化能力强弱比较



当硝酸浓度增大时, 平衡左移而生成  $\text{NO}_2$ , 浓度小时, 平衡右移而生成  $\text{NO}$ 。

### 六. 铵盐受热分解规律

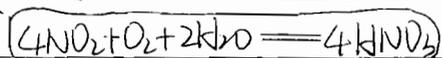
(在试管口重新化合为  $\text{NH}_4\text{Cl}$ )

1. 若产生挥发性酸, 则分解后无残留物, 如:  $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$

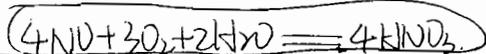
2. 若为难挥发性酸, 则分解后残留酸, 如:  $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{PO}_4$

七.  $\text{NO}$  与  $\text{NO}_2$  的相关计算 可等效为  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$  即利用  $\text{N}:\text{O}$  的原子个数比

1.  $\text{NO}_2$  与  $\text{O}_2$  的混合气体溶于水

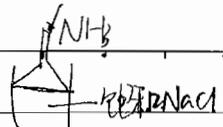


2.  $\text{NO}$  与  $\text{O}_2$  的混合气体溶于水

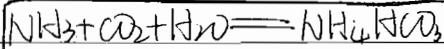


$\left\{ \begin{array}{l} \text{N}(\text{N}) : \text{N}(\text{O}) < 2:5, \text{O} \text{ 剩余} \\ \text{N}(\text{N}) : \text{N}(\text{O}) = 2:5 \text{ 恰好完全反应} \\ \text{N}(\text{N}) : \text{N}(\text{O}) > 2:5, \text{ 剩余 NO} \end{array} \right.$

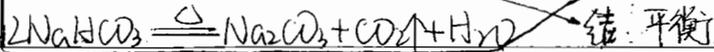
## 八. 侯氏制碱法

备通入NH<sub>3</sub>的饱和食盐水

补充

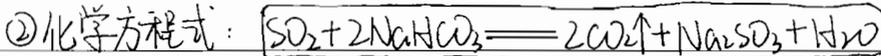


或浓氨水中不断溶解NaCl至饱和。

为什么是NH<sub>3</sub>饱和NaCl中通CO<sub>2</sub>而不是CO<sub>2</sub>饱和NaCl中通NH<sub>3</sub>? NH<sub>3</sub>溶解度大

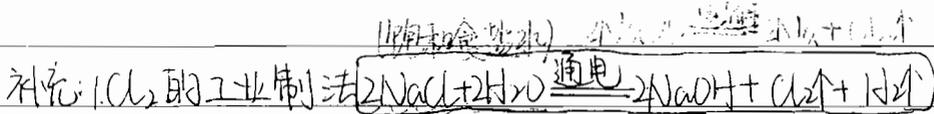
## 九. 除杂

物

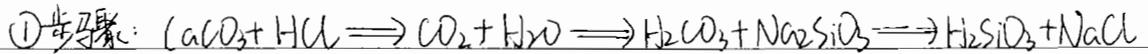
1. CO<sub>2</sub>中含有SO<sub>2</sub>①操作: 将气体通入盛有饱和NaHCO<sub>3</sub>溶液的洗气瓶中。2. SO<sub>2</sub>中含有SO<sub>3</sub>

①操作: 将装有气体的试管放入装满水块的烧杯中静置一段时间即可。

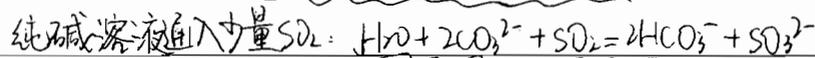
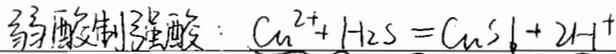
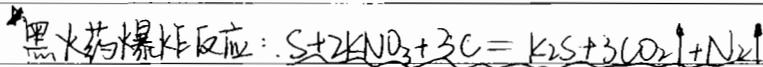
②原理: 固气分离



补

2. 制备H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + 证明其酸性弱于H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>②除去弱酸性气体(CO<sub>2</sub>)中混有的强酸性气体(HCl)的通法:通入饱和的弱酸酸式盐溶液(NaHCO<sub>3</sub>)

补



红磷: 吸水剂

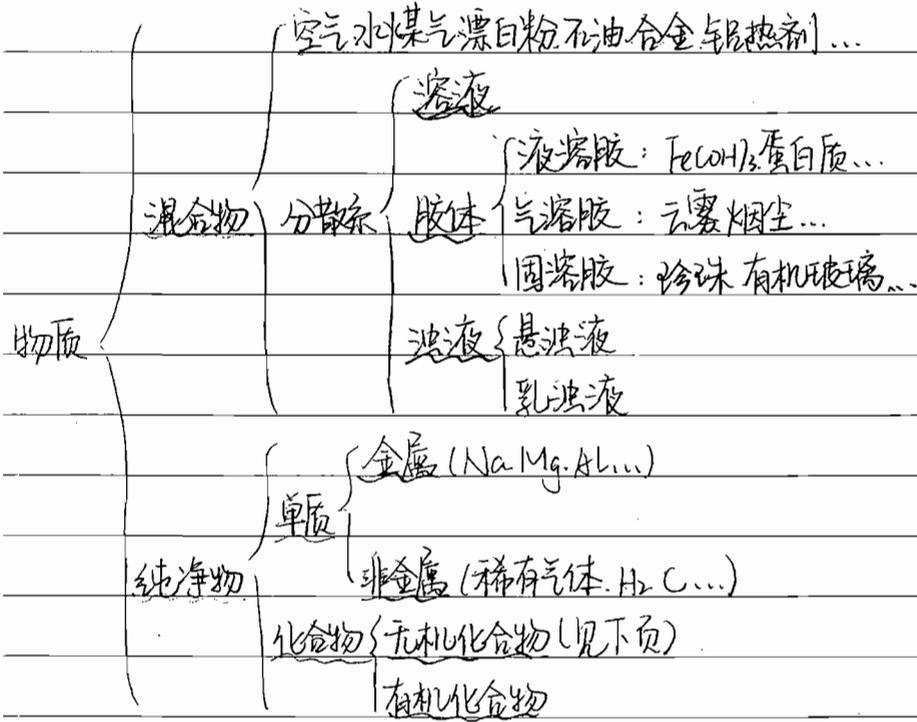
浓硫酸: 干燥剂 (注意: 不能干燥碱性气体)

补

王水: (浓盐酸)(浓硝酸) = 3:1 (体积比)

低温时Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>与C可反应, 高温时Al还原性更强. 可燃性气体 ⇒ 具还原性

补充:物质的分类



补充:氧化物辨析

- 金属氧化物不都是碱性氧化物, 碱性氧化物都是金属氧化物
- 非金属氧化物不都是酸性氧化物, 酸性氧化物不都是非金属氧化物

补充:物理变化与化学变化

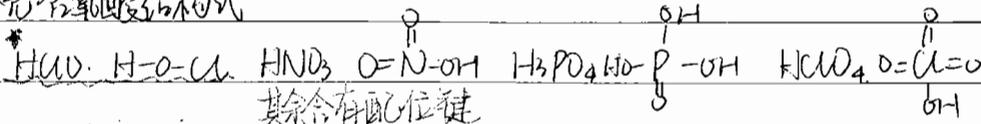
物理变化 { 实质: 分子间隔发生变化, 无新物质生成

举例: 蒸馏, 盐析, 吸附, 升华, 金属导电, 胶体凝聚, 渗析

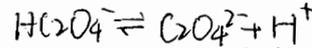
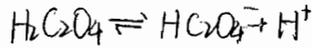
化学变化 { 实质: 原子重新组合, 有新物质生成

举例: 干馏, 电解, 水解, 同素异形体转变, 蛋白质变性, 钝化, 电解质溶液导电, 风化, 裂化

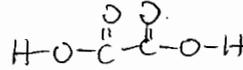
补充:含氧酸结构式



草酸(乙二酸) 二元弱酸



是强还原剂 无色晶体



### 补充无机物的分类

氢化物:  $HCl, H_2S, H_2O, NH_3, \dots$

不成盐氧化物:  $CO, NO$

氧化物

成盐氧化物

酸性氧化物:  $CO_2, P_2O_5, SO_3, SO_2, SiO_2$

碱性氧化物:  $Na_2O, CaO, \dots$

两性氧化物:  $Al_2O_3, \dots$

过氧化物:  $Na_2O_2, H_2O_2, Fe_2O_4, \dots$

按电离H<sup>+</sup>个数

一元酸:  $HCl, HNO_3, \dots$

多元酸:  $H_3PO_4, H_2SO_4, \dots$

含氧酸只有-OH上H可电离

按酸根是否含氧

含氧酸:  $HClO_4, H_2SO_4, \dots$

无氧酸:  $HCl, H_2S, \dots$  无机酸

按酸性强弱

强酸:  $HCl, H_2SO_4, HNO_3, \dots$

弱酸:  $H_2CO_3, HClO, CH_3COOH, \dots$

按有无挥发性

挥发性酸:  $HNO_3, HCl, \dots$

难挥发性酸:  $H_2SO_4, H_3PO_4, \dots$

按氧化性

氧化性酸: (浓)  $H_2SO_4$  (浓稀)  $HNO_3, HClO, KMnO_4, H_2Cr_2O_7, \dots$

非氧化性酸:  $H_2SO_3, H_2S, HI, HBr, HCl$  (特殊情况下)  $\dots$

按稳定性

稳定性酸:  $H_2SO_4, \dots$

不稳定性酸:  $HNO_3, H_2CO_3, HClO, H_2SO_3, HI, HBr, H_2S$  (分解)  $\dots$

碱

按碱性强弱

强碱:  $NaOH, Ba(OH)_2, \dots$

弱碱:  $NH_3, H_2O, \dots$

按可溶性

可溶碱:  $NaOH, KOH, Ca(OH)_2, Ba(OH)_2$  碱金属族  $\dots$

难溶碱:  $Mg(OH)_2, Cu(OH)_2, \dots$

盐

正盐:  $Na_2SO_4, NaCl, \dots$

酸式盐:  $NaHCO_3, NaHSO_4, \dots$

碱式盐:  $Ca_2(OH)_2CO_3, \dots$

复盐:  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  (多种金属离子与一种酸根离子)

混盐:  $CaOCl_2$  (一种金属离子与多种酸根离子)

### 补充: 离子检验

#### 1. $H^+$

- ① pH值 ② 石蕊 ③ 甲基橙 ④ 金属 ⑤  $CO_3^{2-}/HCO_3^-$  (产氧化) ⑥ 滴有酚酞的碱

#### 2. $OH^-$

- ①  $NH_4^+$  ② pH值 ③ 酚酞 ④  $Al^{3+}$  ⑤  $Cu^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}$

#### 3. $Ca^{2+}$

- ①  $OH^-$  ② 色

#### 4. $Fe^{3+}$

- ①  $OH^-$  ②  $SCN^-$  ③  $[Fe^{3+}]$  ④ 色

#### 5. $SO_4^{2-}$

- ①  $Ba^{2+}$  ( $HNO_3/HCl$ )

#### 6. $Cl^-$

- ①  $Ag^+$  ( $HNO_3$ )

#### 7. $CO_3^{2-}$

- ①  $H^+$  → 出气体 (无色无味) →  $CaCO_3$  (沉淀)

#### \* $SO_4^{2-}$ 检验

不加  $Ba^{2+}$  的  $SO_4^{2-}$  会被氧化

被检液  $\xrightarrow[\text{HCl酸化}]{\text{加足量}}$  取清液  $\xrightarrow[\text{BaCl}_2 \text{溶液}]{\text{滴加}}$  有无白色沉淀

#### \* $SO_3^{2-}$ 检验

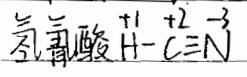
- ① 向溶液中加入盐酸, 将产生的气体通入品红溶液中红色褪去.
- ② 加入  $BaCl_2$  溶液生成白色沉淀, 加入盐酸, 沉淀溶解并产生具有刺激性气味气体

#### \* $NO_3^-$ 检验

→ 可将稀溶液浓缩后再检验

试液 (液或固)  $\xrightarrow[\text{OH}^-]{\text{液} \text{或} \text{H}^+}$   $\xrightarrow[\text{OH}^-]{\text{液} \text{或} \text{H}^+}$  蓝色溶液 + 红棕色气体

草木灰  $K_2CO_3$  过磷酸钙 ( $CaSO_4 + Ca(H_2PO_4)_2$  混合物) 两者不可混合



补充: 氧族元素

一.  $O_2$

1. 化学性质

① 与金属单质: Mg Fe (气态时边保护)

② 与非金属单质:  $H_2, S, C, N_2$  (放电)

③ 与酸 (还原性)

④ 与碱 (……)

⑤ 与盐 (……)

⑥ 气态氢化物: 水

⑦  $2O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2O_3$

二.  $H_2O - H_2O_2$

1.  $H_2O$  (折线型)

① 氧化反应:  $C + H_2O \xrightarrow{Na/Mg/Al/Zn} H_2$

② 还原反应:  $Fe + H_2O$

③ 氧化还原反应:  $H_2O \xrightarrow{\text{通电}}$

④ 非氧化还原:  $N_2O_5 + H_2O / Cl_2 + H_2O / Na_2O_2 + H_2O$

2.  $H_2O_2$  (折线型)

①  $H_2O_2 \rightleftharpoons H^+ + HO_2^- \rightleftharpoons H_2O_2 \rightleftharpoons H^+ + O_2^{2-}$

② 氧化性:  $H_2O_2 + SO_2$

③ 还原性: 主要性质

## 补充：化学实验

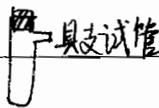
### 一. 常用仪器的注意事项 质量守恒定律是大量实验事实的总结

#### 1. 试管

①盛装溶液不超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ ，加热不超过 $\frac{1}{2}$ 。

②加热试管时要用试管夹，不能对人，保持试管与桌面倾角为 $45^\circ$ ，受热均匀，外壁要干燥。

③加热固体时管口略向下倾斜。



#### 2. 蒸发皿

①所盛液体不超过容积 $\frac{2}{3}$ 。

②加热时直接放在铁圈或泥三角上，用坩埚钳取放，不能骤冷。

③当蒸发皿中出现较多固体时，即停止加热，可利用余热将溶液蒸发至干。

#### 3. 坩埚

①强火加热应使各部位受热均匀。

容量瓶、酸碱式滴定管要注意写规格。

②潮湿的固态物质应先用微火烘干再用强火加热。

③取放使用坩埚钳。

④加热后的坩埚，应放在石棉板上初步冷却后，才可移至保干器内继续冷却，至常温可称量。

#### 4. 烧杯 100ml 烧杯，最大刻度 80ml；50ml 烧杯，最大刻度 50ml

①反应液体不超过 $\frac{2}{3}$ ，加热液体不超过 $\frac{1}{2}$ 。

#### 5. 烧瓶 (圆底及蒸馏可用于加热，平底一般不用于加热)

①反应液体不超过 $\frac{2}{3}$ 。

②蒸馏或分馏时，温度计水银球宜放在支口处。

#### 6. 干燥器

①开启和盖上下盖时应水平推拉上盖，不能上下提拿。

②易吸收水蒸气的热的固体物质适用。

## 二. 化学实验基本操作

### 1. 检查装置气密性

①原理：气体体积热胀冷缩。

② 气密性描述: 把导管一端插入水中, 用手紧握容器外壁 (或用酒精灯加热), 若水中导管口处有气泡冒出, 松开手, 水在导管里形成水柱, 则气密性良好。

2. 液体的量取: 视线与量筒内液体的凹液面最低处保持水平

### 3. 物质的溶解

① 加快固体溶解的办法: 研磨、搅拌、振荡、加热。

#### ② 液体的溶解

1° 放入水。

2° 稀释浓  $H_2SO_4$ : 把浓  $H_2SO_4$  沿着器壁或玻璃棒慢慢地注入水中, 并不断搅动。

4. 洗涤: 沿玻璃棒向漏斗中注入少量水, 使水面浸过沉淀物, 等水滤出后, 反复操作。

t. 结晶 重结晶时溶液冷却速度越慢得到的晶体颗粒越大

① 冷却热饱和溶液法: 适用于  $S$  随  $t$  变化大的物质, 如  $KNO_3$ ,  $NaNO_3$ 。

② 蒸发溶剂法: 适用于  $S$  随  $t$  变化不大的物质, 如  $NaCl$ ,  $KCl$ 。

### 6. 蒸馏

① 若物质受热易分解, 应采取油浴、沙浴或水浴法加热。

② 若物质达到沸点会分解, 应采用减压蒸馏。

③ 蒸馏时, 发现温度有明显的变化, 说明第二种馏物开始排出。

7. 升华: 常用装置



8. 气体的量取: 读数时, 要使量筒与洗气瓶中的液面保持水平, 消除水位差造成的误差。

### 三. 化学试剂的保存

#### 1. 基本原则

① 安全性原则

② 保纯性原则

③ 方便性原则

## 2. 注意事项

- ① 固态试剂盛在广口瓶中, 液态试剂盛在细口瓶中.
- ② 碱性试剂选用橡皮塞; 强酸强氧化性试剂, 有机溶剂, 盛在玻璃瓶中, 不可用橡皮塞或软木塞.
- ③ 易燃易爆试剂: K, Na, 白磷, 硫黄, 酒精, 苯, 甲苯, 二甲苯, 汽油, 丙酮, CS<sub>2</sub>, KNO<sub>3</sub>, KClO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 脱脂棉, 火棉, 胶棉

制备可燃气体, 点燃前务必认真验纯, 以防爆炸

## 四. 常见气体制备

脱羧反应, 无水不境断裂共价键  $\text{CaCO}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{CaO}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}$   
反应原理

气体	反应原理
O <sub>2</sub>	$2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$
NH <sub>3</sub>	$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca(OH)}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
CH <sub>4</sub>	$\text{CaHCOONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{CaO}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4 \uparrow$
HF	$\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{HF} \uparrow + \text{CaSO}_4$ (不能用玻璃仪器) $\text{HBr}, \text{HI} \rightarrow \text{浓H}_3\text{PO}_4$
CO <sub>2</sub>	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (不用H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
SO <sub>2</sub>	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
H <sub>2</sub> S	$\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) \xrightarrow{\Delta} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ (不用氧化性酸)
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$
NO <sub>2</sub>	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
Cl <sub>2</sub>	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
HCl	$\text{NaCl}(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$ $2\text{NaCl}(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\text{强热}} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
NO	$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
CO	$\text{HCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})} \text{CO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HOOC-COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓H}_2\text{SO}_4} \text{CO} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

## 五个仪器的洗涤

已洗净的标志: 仪器内壁附着的水既不聚成水滴, 也不成股流下, 表示仪器已洗干净.

无水  $\text{CaCl}_2$  不可用于干燥  $\text{NH}_3$

2. 11种不同情况洗涤剂的选择.

残留物	洗涤剂
容器上附着的碘	酒精或 $\text{NaOH}$ 溶液
容器上附着的硫	$\text{CS}_2$ 或 $\text{NaOH}$ 溶液
容器上附着的苯酚	酒精或 $\text{NaOH}$ 溶液
试管壁上的银镜	稀硝酸

### 六. 特殊药品的特性及保存方法

药品	有关特性	保存方法
$\text{Na}$ , $\text{K}$	易与 $\text{O}_2$ , $\text{H}_2\text{O}$ 反应	煤油中
白磷	易氧化自燃	冷水中
$\text{FeSO}_4$ 溶液	易被氧化为 $\text{Fe}^{3+}$	密封, 加还原铁粉
$\text{H}_2\text{S}$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 苯酚	易被氧化	密封
浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{CaCl}_2$ , $\text{MgCl}_2$	易吸水水解	密封
$\text{P}_2\text{O}_5$ , $\text{CaC}_2$	极易跟水反应	密封, 最好放入干燥器中
$\text{Na}_2\text{O}_2$ , $\text{NaOH}$ 碱石灰漂白粉	易跟 $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ 反应	密封
$\text{NaOH}$ 溶液 石灰水 水玻璃	易跟 $\text{CO}_2$ 反应	密封, 用橡皮塞
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	易风化	密封
氯水 硝酸 氯水 双氧水 $\text{AgNO}_3$	见光易分解 有强氧化性	棕色瓶中, 冷暗处, 不用橡皮塞
红磷 硫 镁 汽油 苯 乙醇 低级酯	易燃	远离火中, 单独存放
$\text{KMnO}_4$ , $\text{KClO}_3$ , $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , $\text{KNO}_3$	受热易分解, 强氧化剂	远离易燃物, 防受热, 撞击
硝酸纤维 银氨溶液	不稳定 易引起爆炸	随用随制
液溴	易挥发的强氧化剂	棕色瓶中, 玻璃塞, 水封
$\text{HF}$	腐蚀玻璃	塑料瓶中
$\text{P}_4$ , $\text{Hg}$ , $\text{HgCl}_2$ , $\text{KCN}$ 可溶性钡盐	对人和生物有剧毒	单独存放, 专人管理



## 5. 点滴法鉴别的溶液

- ①  $HCl$ .  $Na_2CO_3$     ②  $H_2SO_4$ .  $NaAlO_2$     ③  $NaHSO_4$ .  $Na_2CO_3$     ④  $AlCl_3$ .  $NaOH$   
 ⑤  $AgNO_3$ .  $NH_3 \cdot H_2O$     ⑥  $K_2SO_4$ .  $HCl$     ⑦  $Ba(OH)_2$ .  $H_3PO_4$  (其正盐、一氢盐为沉淀)  
 ⑧  $FeCl_3$ .  $Na_2S$  ( $FeCl_3$ 过量  $\Rightarrow$  淡黄色沉淀  $S \downarrow$ ;  $Na_2S$ 过量  $\Rightarrow$  黑色沉淀  $FeS \downarrow$ )

## 九. 化学实验方案的设计

### 1. 设计步骤

- ① 明确目的、原理
- ② 选择仪器、药品
- ③ 设计装置、步骤
- ④ 记录现象、数据
- ⑤ 分析得出结论

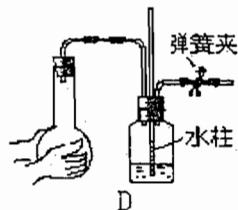
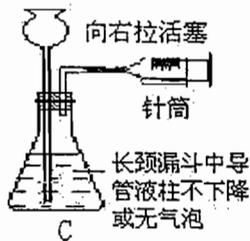
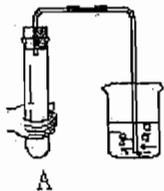
### 2. 评价方案依据

原理合适, 装置简单, 药品易得且价格低廉, 原料利用率高, 现象明显, 无干扰物质, 无污染, 产物纯净

## 十. 常规简答题作答

1. 检查带分液漏斗装置的气密性: 先向漏斗中加水, 至没过分液漏斗的尖端夹住出气导管, 往漏斗中注入一定量水, 使漏斗内的水面高于锥形瓶内水面, 一段时间后若漏斗与锥形瓶液面差不变, 则装置不漏气
2. 证明沉淀完全: 在上层清液中, 滴加沉淀剂, 如果不再产生沉淀, 则沉淀完全
3. 证明沉淀是否洗净: 用小试管接收最后几滴洗涤液, 滴加沉淀剂, 看有无浑浊
4. 排水法收集气体后操作: 移出导气管, 在水下把集气瓶盖上玻璃片, 用手按住玻璃片, 将集气瓶和玻璃片一起缓缓移出水面, 将集气瓶正立。
5. 喷泉实验: 打开止水夹, 挤胶头滴管
6. 称重: 连续两次加热并冷却, 质量差不超过  $0.1g$  则反应进行完毕
7. 分液漏斗的使用: 打开分液漏斗上部的活塞, 然后慢慢打开下端旋塞。

4. 下列各图所示装置的气密性检查中，漏气的是



坩埚 搭配用具: 坩埚钳, 三脚架, 泥三角.  
 高温分解结晶水.

