

## 基本概念 1——物质的组成和分类

### 【初试真题】

1. 下列物质分类正确的是  
A.  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CO}$  均为酸性氧化物    B. 稀豆浆、硅酸、氯化铁溶液均为胶体  
C. 烧碱、冰醋酸、四氯化碳均为电解质    D. 福尔马林、水玻璃、氨水均为混合物
2. 下列分子或离子在指定的分散系中能大量共存的一组是  
A. 银氨溶液:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
B. 空气:  $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$   
C. 氢氧化铁胶体:  $\text{H}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Br}^-$   
D. 高锰酸钾溶液:  $\text{H}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、葡萄糖分子
3. 下列与含氯化合物有关的说法正确的是  
A.  $\text{HClO}$  是弱酸, 所以  $\text{NaClO}$  是弱电解质  
B. 向沸水中逐滴加入少量饱和  $\text{FeCl}_3$  溶液, 可制得  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体  
C.  $\text{HCl}$  溶液和  $\text{NaCl}$  溶液均通过离子导电, 所以  $\text{HCl}$  和  $\text{NaCl}$  均是离子化合物  
D. 电解  $\text{NaCl}$  溶液得到  $22.4\text{L H}_2$  (标准状况), 理论上需要转移  $N_A$  个电子 ( $N_A$  表示阿伏加德罗常数)
4. 下列有关物质的性质或应用的说法不正确的是  
A. 二氧化硅是生产光纤制品的基本原料  
B. 水玻璃可用于生产黏合剂和防火剂  
C. 盐析可提纯蛋白质并保持其生理活性  
D. 石油分馏可获得乙烯、丙烯和丁二烯等
5. 下列推断正确的是  
A.  $\text{SiO}_2$  是酸性氧化物, 能与  $\text{NaOH}$  溶液反应  
B.  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  组成元素相同, 与  $\text{CO}_2$  反应产物也相同  
C.  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  都是大气污染气体, 在空气中都能稳定存在  
D. 新制氯水显酸性, 向其中滴加少量紫色石蕊试液, 充分振荡后溶液呈红色

### 【高考要求】

1. 从组成上对物质进行分类, 如: 混合物和纯净物、单质和化合物、金属和非金属等

2. 根据物质组成和性质理解酸、碱、盐、氧化物的分类及其相互联系
3. 了解溶液、溶解度和溶质质量分数、物质的量浓度的概念
4. 利用溶解度或溶解度曲线获取相关物质溶解性等信息
5. 理解溶液的组成并能用溶液中溶质的质量分数、物质的量浓度进行相关计算
6. 了解溶液与胶体的区别

## 【考点夯实】

### 一、物质的组成

化学是一门研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的基础自然科学。从宏观看物质是由元素组成的，从微观看物质都是由不同的微粒（分子、原子、离子）构成的。

1. 由原子直接构成的物质：原子之间是通过共价键结合的，这类物质一般熔沸点很高，因为要破坏原子之间的化学键（共价键）。

如：金刚石、晶体硅、二氧化硅、石墨；

2. 由分子直接构成的物质：分子之间是存在分子间作用力，不是化学键，很弱，这类物质一般熔沸点较低，因为只需破坏分子间作用力，不是化学键。

稀有气体（单原子分子）：He Ne Ar Kr Xe Rn

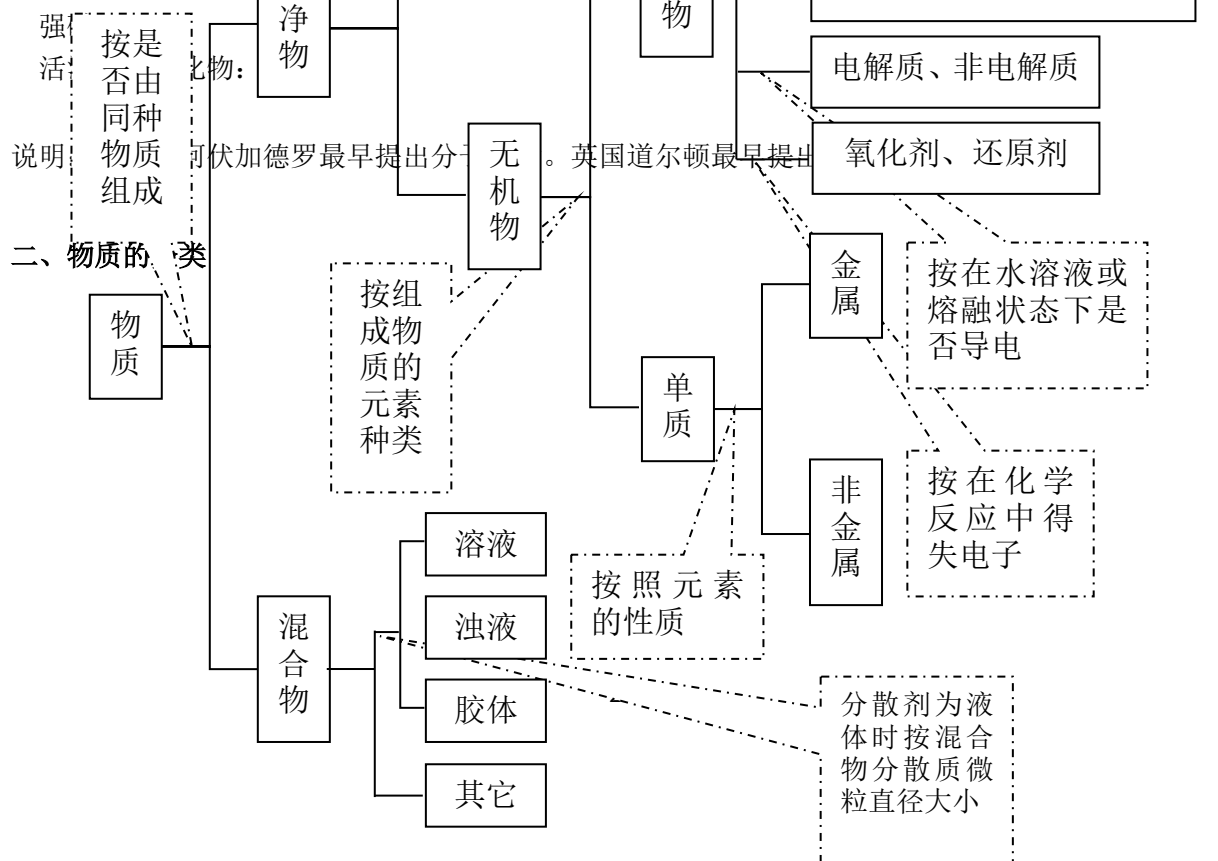
共价单质： $H_2$   $N_2$   $Cl_2$  ( $F_2$ 、 $Br_2$ 、 $I_2$ )  $O_2$

共价化合物：非金属气态氢化物、非金属氧化物、酸、碱、盐

3. 由离子直接构成的物质：离子之间是通过离子键结合的，这类物质一般熔沸点较高，因为要破坏化学键（离子键）。

由活泼金属与活泼非金属组成的化合物一般是离子化合物：主要指以下三类物质

大多盐：



理清概念：

1、电解质按照在水溶液中的电离程度，分为强电解质和弱电解质。

强电解质：在水溶液中完全电离的电解质。如强酸、强碱、绝大多数盐

弱电解质：在水溶液中部分电离的电解质。如弱酸、弱碱、水。

2、从电离的角度理解酸碱盐的概念：

酸：在水溶液中电离出的阳离子全部是氢离子的电解质。

碱：在水溶液中电离出的阴离子全部是氢氧根离子的电解质。

盐：在水溶液中电离出金属阳离子（或铵根离子）和酸根离子的电解质。

### 三、分散系

#### 1. 分散系的基本概念与分类

(1) 分散系：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。

(2) 分散质：被分散的物质，如溶质。

(3) 分散剂：能容纳分散质的物质，如溶剂。

(4) 分散系分类

① 按照分散质或分散剂所处的状态(气态、液态、固态)，可以组成\_\_\_\_\_种分散系。

② 当分散剂是水或其他液体时，按照分散质粒子的大小可以把分散系分为：

\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

③ 常见分散系

	溶液	胶体	浊液
概念			
微粒直径			
分散质粒子	离子或小分子	许多分子(或微粒)集合体或某些高分子	很多分子(或微粒)的集合体
外观特征			
能否通过滤纸			
实例			

## 2. 胶体

(1) 概念：分散质微粒直径在 1nm~100nm 之间的分散系。

常见的胶体：云、雾、淀粉溶液、蛋白质溶液、肥皂水、有色玻璃、豆浆、血液等

(2) Fe(OH)<sub>3</sub>胶体制备方法：\_\_\_\_\_，继续煮沸至液体呈\_\_\_\_色。

(3) 分离提纯方法：盐析：\_\_\_\_\_。

(4) 胶体重要的性质

① **丁达尔效应**(英国物理学家丁达尔发现)：可见光通过胶体时，可观察到胶体里出现一条光亮的“通路”，这个现象叫做丁达尔现象。常用于区分\_\_\_\_\_。

② **盐析**：某些胶体如蛋白质胶体、肥皂水等，加入某些无机盐时，会使分散质的溶解度降低而从溶液中析出，这种作用叫做盐析。该过程具有可逆性，当加水稀释时，分散质又可溶解形成胶体溶液。

**课本实验：必修 1-P26 科学探究：Fe(OH)<sub>3</sub>胶体的制备和性质：掌握操作、现象、原理、结论**

## 四、溶液

### 1. 溶解平衡

概念	固体溶质在其溶液中存在着溶解和结晶的可逆过程，一定温度下，当固体溶解和结晶的速率相等时，固体质量、离子浓度不变的状态称为溶解平衡。
表示方法	$\text{NaCl (s)} \rightleftharpoons \text{Na (aq)}^+ + \text{Cl (aq)}^-$
特征	“等” “定” “动”
影响因素	温度、浓度
定量关系	在一定条件下溶解度是达到溶解平衡时溶液的定量描写。在一定温度条件下，电解质达到溶解平衡后，溶液中离子浓度幂之积为定值。

### 2. 饱和溶液与不饱和溶液

(1) 不饱和溶液：溶解速率\_\_\_\_结晶速率时的溶液。即在一定的温度下，在一定量的溶剂中还能再溶解溶质的溶液。

(2) 饱和溶液：溶解速率\_\_\_\_结晶速率时的溶液。即在一定的温度下，在一定量的溶剂中\_\_\_\_再溶解溶质的溶液。

(3) 不饱和溶液与饱和溶液的相互转换

一般情况下不饱和溶液转变为饱和溶液的方法有：增加溶质、降低温度、蒸发溶剂。

### 3. 固体溶解度

(1) 概念、符号、单位：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(2) 影响因素：\_\_\_\_\_

【思考】从氯化钠与硝酸钾混合物中提取物质的方法

$\text{KNO}_3(\text{NaCl})$ 重结晶：配制热饱和溶液，降温析晶（冷却结晶），过滤。晶体主要是：\_\_\_\_\_

$\text{NaCl}(\text{KNO}_3)$ 加热浓缩析晶法：配制溶液，加热浓缩，趁热过滤。晶体主要是：\_\_\_\_\_

(3) 与溶解度有关的计算公式(饱和溶液中  $c$ 、 $w$ 、 $S$  的计算)：

$$w = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液质量}} \times 100\%$$

$$c = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶剂质量}} \times 100\%$$

### 4. 气体溶解度

指该气体在压强为 101kPa，一定温度时，溶解在 1 体积水里达到饱和状态时的气体的体积。

气体的溶解度除与气体本性、溶剂性质有关外，还与温度、压强有关：其溶解度一般随着温度升高而减少。由于气体溶解时体积变化很大，故其溶解度随压强增大而显著增大。

### 【过关检测】

1. 下列说法正确的是

- A.  $\text{HD}$  属于单质， $\text{H-D}$  键是非极性共价键
- B. 由不同种原子构成的纯净物一定是化合物
- C. 由同种原子构成的物质一定是纯净物
- D.  $\text{O}_3$  是由 3 个氧原子构成的化合物
- E. 只由一种元素组成的物质一定是单质

F. 最外层有 8 个电子的微粒一定是稀有气体原子

2. 下表的一些物质或概念间的从属关系中不符合图示要求的是

	X	Y	Z
例	氧化物	化合物	纯净物
A	苯的同系物	芳香烃	芳香族化合物
B	胶体	分散系	混合物
C	电解质	离子化合物	化合物
D	碱性氧化物	金属氧化物	氧化物

3. 在质量为 200 g 的饱和石灰水中，加入 5.60 gCaO 后充分搅拌，仍保持原来的温度，则下列叙述正确的是

- A. 石灰水下部有白色固体 7.40 g
- B. 石灰水下部白色固体质量大于 7.40 g
- C. 石灰水的浓度和质量均不会变化
- D. 石灰水的质量将会减少，石灰水的 pH 不会发生变化

4. 下列说法正确的是

- A. 依据丁达尔现象可将分散系分为溶液、胶体与浊液。
- B. 豆浆和雾都是胶体
- C. 葡萄糖注射液不能产生丁达尔现象，不属于胶体；淀粉水溶液能产生丁达尔现象，属于胶体
- D. 一束光线分别通过溶液和胶体时，后者会出现明显的光带，前者则没有
- E.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体与  $\text{CuSO}_4$  溶液都是混合物
- F. 用饱和  $\text{FeCl}_3$  溶液制取氢氧化铁胶体，若胶粒数目为  $N_A$ ，则氯离子数目大于  $3N_A$

5. 把一小块缺角的硫酸铜晶体悬挂在饱和硫酸铜溶液中，在恒温 and 密闭条件下放置，几天后发现这块晶体的形状与原来的形状有所不同，这时硫酸铜晶体的质量\_\_\_\_\_，硫酸铜溶液的质量\_\_\_\_，此时硫酸铜溶液为\_\_\_\_\_。

- A. 放热 B. 吸热 C. 变大 D. 变小 E. 基本不变 F. 不饱和溶液 G. 饱和溶液

6. 下列各组物质中不易用物理性质区别的是

- A. 苯和四氯化碳 B. 酒精和汽油 C. 氯化铵和硝酸铵晶体 D. 碘和高锰酸钾固体

7. 用化学方法不能实现的是

- A. 生成一种新分子 B. 生成一种新离子 C. 生成一种新原子 D. 生成一种新单质

8. 下列有关物质的分类或归类中正确的是

- ① 混合物：福尔马林、水玻璃、水银 ② 化合物：CaCl<sub>2</sub>、烧碱、聚苯乙烯、HD  
③ 电解质：明矾、胆矾、冰醋酸、硫酸钡 ④ 同位素：C、C、C

A. ①③ B. ②③ C. ③④ D. ②④

9. 下列物质按不同类别分组，所得组合最不合理的是

- ① 糖类 ② 塑料 ③ 石油 ④ 蛋白质 ⑤ 合成纤维 ⑥ 棉花 ⑦ 陶瓷 ⑧ 玻璃  
⑨ 天然气 ⑩ 水泥 ⑪ 合成橡胶 ⑫ 煤 ⑬ 油脂 ⑭ 羊毛

A. ①④⑬ B. ②⑤⑪ C. ⑦⑧⑩⑭ D. ③⑨⑫

10. (2013 全国大纲版 10 题)下列操作不能达到目的的是

选项	目的	操作
A	配制 100 mL 1.0 mol/L CuSO <sub>4</sub> 溶液	将 25 g CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O 溶于 100 mL 蒸馏水中
B	除去 KNO <sub>3</sub> 中少量 NaCl	将混合物制成热的饱和溶液，冷却结晶，过滤
C	在溶液中将 MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 完全转化为 Mn <sup>2+</sup>	向酸性 KMnO <sub>4</sub> 溶液中滴加 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 溶液至紫色消失
D	确定 NaCl 溶液中是否混有 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	取少量溶液滴加 CaCl <sub>2</sub> 溶液，观察是否出现白色浑浊

11. 在一定温度下，b g 固体 A 能完全溶于水形成(a+b) g 溶液（固体 A 不含结晶水，也不与水反应），此时溶液的密度为 ρg/cm<sup>3</sup>，物质的量浓度为 c mol/L，固体 A 的摩尔质量为 M g/mol。则该温度下，下列说法正确的是：

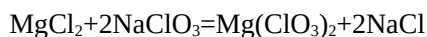
A. 此溶质的溶解度一定为  $\frac{100b}{a} g$

B. 此溶质的溶解度一定为  $\frac{200b}{a} g$

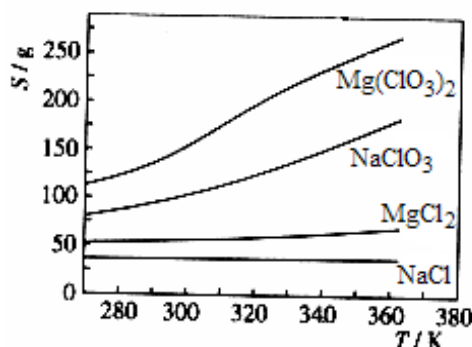
C. 此溶质的物质的量浓度  $c = \frac{1000 \times \rho \times b}{M \times (a + b)}$

D. 将此溶液蒸发部分水，再恢复到原温度，**溶液的质量**分数一定大于  $\frac{b}{a + b} \times 100\%$

12. Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 在农业上可用作脱叶剂、催熟剂，可采用复分解反应制备：



已知四种化合物的溶解度(S)随温度(T)变化曲线如下图所示：



①将反应物按化学反应方程式计量数比混合制备 Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>。简述可制备 Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 的原因：

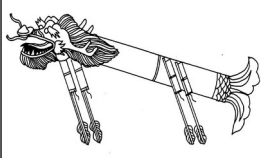
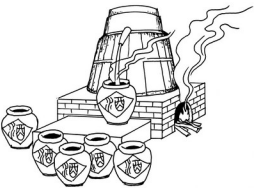
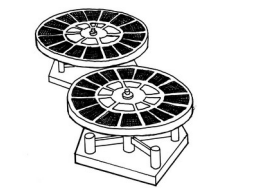
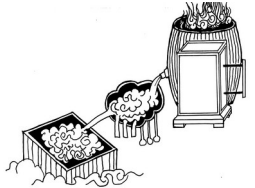
②按①中条件进行制备实验。在冷却降温析出  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  过程中，常伴有  $\text{NaCl}$  析出，原因是：

除去产品中该杂质的方法是：\_\_\_\_\_。

## 基本概念 2——物质的变化和性质

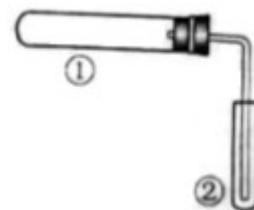
### 【初试真题】

1 (2015-6) . 下列我国古代的技术应用中，其工作原理不涉及化学反应的是

A. 火药使用	B. 粮食酿酒	C. 转轮排字	D. 铁的冶炼
			


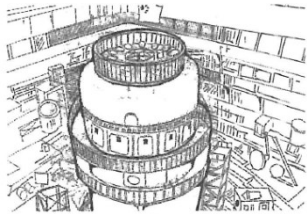
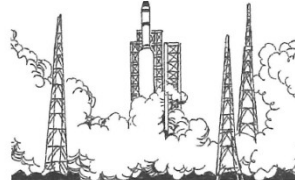

2 (2014-11) . 用右图装置(夹持、加热装置已略)进行实验，有②中现象，不能证实①中反应发生的是

	① 中实验	② 中现象
A	铁粉与水蒸气加热	肥皂水冒泡
B	加热 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 混合物	酚酞溶液变红
C	$\text{NaHCO}_3$ 固体受热分解	澄清石灰水变浑浊
D	石蜡油在碎瓷片上受热分解	$\text{Br}_2$ 的 $\text{CCl}_4$ 溶液褪色



3. (2018-6) 下列我国科技成果所涉及物质的应用中，发生的不是化学变化的是



			
A. 甲醇低温所制氢气用于新能源汽车	B. 氘、氚用作“人造太阳”核聚变燃料	C. 偏二甲肼用作发射“天宫二号”的火箭燃料	D. 开采可燃冰，将其作为能源使用

### 【高考要求】

- 理清有关物质变化和性质的基本概念。
- 根据物质组成和性质理解酸、碱、盐、氧化物、单质的分类及其相互联系。
- 根据研究物质的思路方法，会分析预测常见金属、非金属及重要化合物的主要性质。

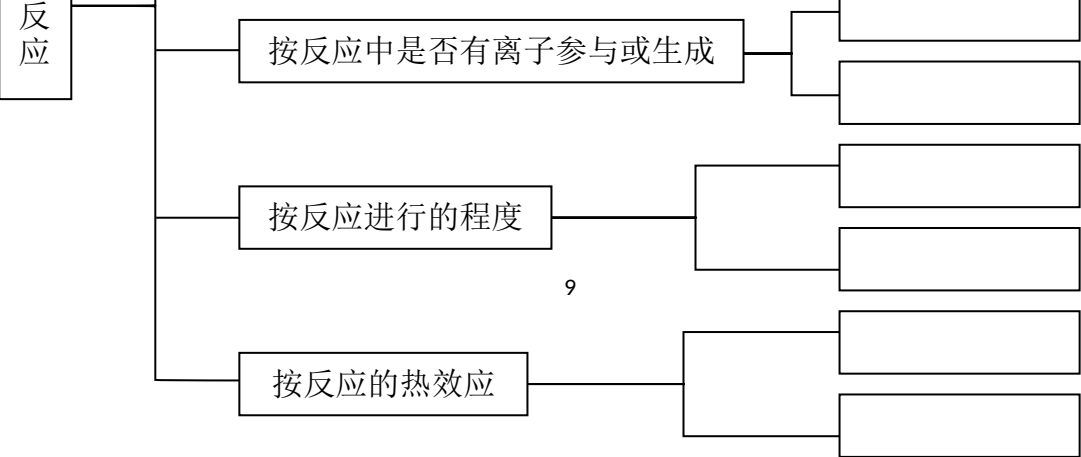
### 【考点夯实】

#### 一、物质的变化

##### 1. 物质的变化

	物理变化	化学变化
特征		
本质	物质分子间隔、位置及运动发生变化，物质的组成没有发生变化，没有按照反应物、生成物种类及多少	原子重新组合，旧的化学键断裂，新的化学键形成，有新的分子生成，物质的组成发生变化
伴随现象		
实例	蒸馏、盐析、吸附、升华、金属导电、胶体	干馏、电解、水解、同素异形体转变、蛋白质变性、电解质
两系	按反应中有无电子转移	

##### 2. 化学反应的分类

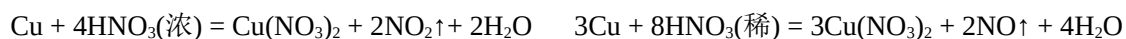
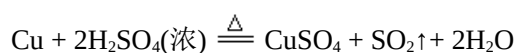
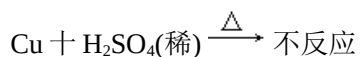


## 二、物质的性质

### 1. 物质的性质分类：

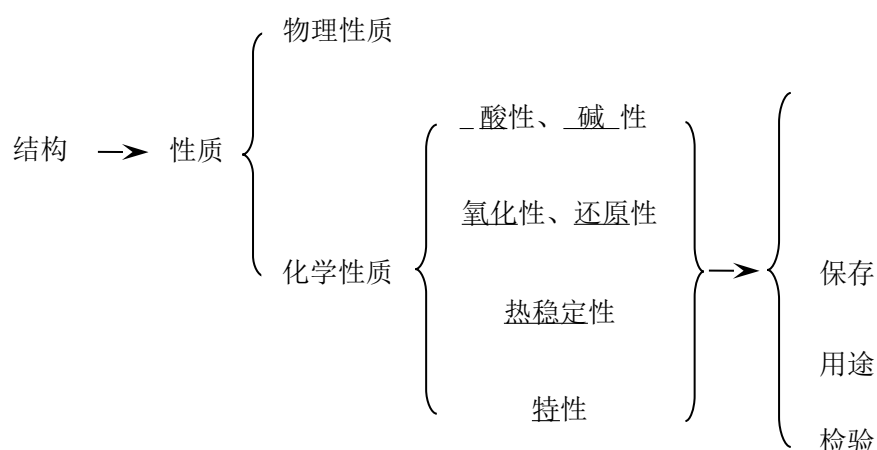
物理性质	化学性质
物质不需要发生化学变化就表现出来的性质，叫做物理性质。如颜色、状态、气味、溶解性、熔点、沸点、硬度、密度等。  物理性质是物质本身的一种属性，一般指不涉及物质化学组成改变的一类性质。	物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。如① 氧化性、还原性 ② 酸性、碱性 ③ 热稳定性等  化学性质也是物质本身的一种属性，主要由结构决定，其次还与浓度和反应条件等有关。

如浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的性质不同，浓  $\text{HNO}_3$  与稀  $\text{HNO}_3$  的性质不同等。



### 2. 理解物质的性质时需注意的问题

#### (1) 结构决定性质，性质决定用途



(2) 认识物质性质时，一看类别、二看价态、三看特性。 比如  $\text{SO}_2$

从类别看： $\text{SO}_2$ 属于酸性氧化物，具有酸性氧化物的通性。用方程式表示如下：

从硫元素的价态看：+4 价属于中间价态，既有氧化性又有还原性。用方程式表示如下：

从特性看：具有漂白性，且漂白性可逆。

(3) 物质间反应时一定要注意**反应的条件、反应物的相对用量、反应物的浓度**。条件不同、用量不同，浓度不同，发生反应可能不同。例如：

### 三、几类物质的通性

#### 1. 几类物质的通性：

物质类别	代表物	性质	实例
酸性氧化物	$\text{CO}_2$	①酸性氧化物+碱 = 盐+ 水	
		②酸性氧化物+碱性氧化物 = 盐	
		③酸性氧化物+水 = 酸	
碱性氧化物	$\text{CaO}$	①	$\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
		②	$\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$
		③	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$
酸	$\text{HCl}$ $\text{H}_2\text{SO}_4$	①使石蕊试液变红	
		②	$2\text{HCl} + \text{Fe} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
		③酸+碱 = 盐 + $\text{H}_2\text{O}$	$\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
		④	$2\text{HCl} + \text{CaO} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
		⑤酸 + 盐 = 新盐 + 新酸 (强) (弱)	
		①使石蕊试液变蓝，酚酞试液变红	

碱	NaOH	②酸+碱 = 盐 + H <sub>2</sub> O	HCl + NaOH = NaCl + H <sub>2</sub> O
		③酸性氧化物+碱 = 盐+ 水	
		④	CuCl <sub>2</sub> +2NaOH=Cu(OH) <sub>2</sub> ↓+2NaCl
盐	CuSO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	①酸（强）+盐=新盐 +新酸（弱）	
		②碱 + 盐 = 新盐 + 新碱	
		③	Fe + CuSO <sub>4</sub> === FeSO <sub>4</sub> + Cu
		④盐 + 盐 = 新盐 + 新盐	

**理清概念 1：**按照氧化物的性质将氧化物分为以下四种：

碱性氧化物：能够与酸发生复分解反应生成盐和水的氧化物。如 Na<sub>2</sub>O、MgO、CaO、FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

两性氧化物：既能跟酸反应又能跟碱反应生成盐和水的氧化物。如 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

酸性氧化物：能够与碱发生复分解反应生成盐和水的氧化物。如 CO<sub>2</sub> SO<sub>2</sub> SO<sub>3</sub> SiO<sub>2</sub> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

不成盐氧化物：既不能跟酸反应又不能跟碱反应生成盐和水的氧化物。如 CO NO

**理清概念 2：**盐的性质取决于构成它的阴、阳离子的性质。盐可分为以下四种：

正盐：酸和碱完全中和生成的盐。如 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

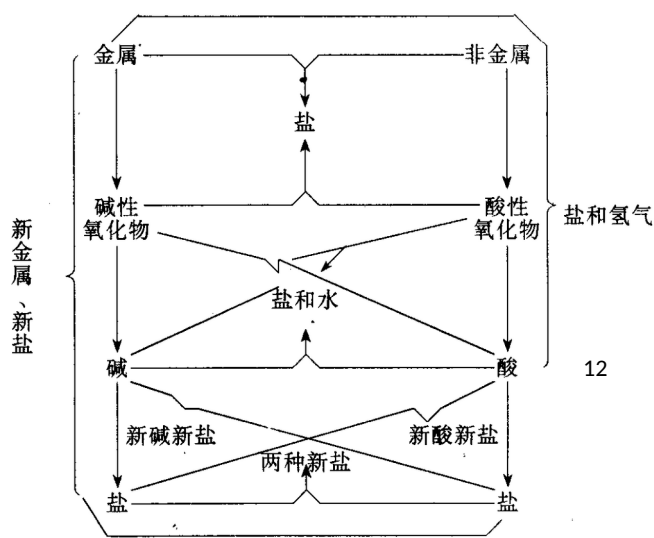
酸式盐：酸中的氢没有被完全中和时生成的盐。还能跟碱发生中和反应。如 NaHCO<sub>3</sub>

碱式盐：碱中的氢氧根没有被完全中和时形成的盐。还能跟酸发生中和反应。如 Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

复盐：由两种（或以上的）阳离子和一种酸根离子构成的盐。如 KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

## 2、几类物质（单质、氧化物、酸、碱、盐）之间的反应关系图：

请同学们对每一类反应各写一个化学方程式体会：



#### 四、金属和非金属元素及其化合物认识主线

##### 1. 金属元素及其化合物主线

金属单质—金属氧化物—金属氢氧化物—盐

##### 【练习】

参看必修1第三章，写出Na、Al、Fe、Cu四种金属元素的单质及其化合物的化学式，按照每一类物质的通性预测其化学性质。

##### 2. 非金属元素及其化合物主线

非金属气态氢化物—非金属单质—非金属氧化物—含氧酸—含氧酸盐

##### 【练习】

参看必修1第四章，写出Cl、S、N、C、Si五种非金属元素的单质及其化合物的化学式，按照每一类物质的通性预测其化学性质。

### 基本概念3——离子反应

#### 【初试真题】

- (2010 北京-10) 下列解释实验事实的方程式不准确的是 ( )
  - 0.1 mol/L CH<sub>3</sub>COOH 溶液的 pH > 1 :  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
  - NO<sub>2</sub> 球浸泡在冷水中，颜色变浅:  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \Delta H < 0$
  - 铁溶于稀硝酸，溶液变黄:  $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
  - 向 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液中滴入酚酞溶液，溶液变红:  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- (2011-12 北京) 下列解释实验现象或事实的反应方程式不正确的是 ( )
  - 用 Na<sub>2</sub>S 去除废水中的 Hg<sup>2+</sup>:  $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{HgS}\downarrow$
  - 向 AgCl 悬浊液中滴加 Na<sub>2</sub>S 溶液，白色沉淀变成黑色  $2\text{AgCl} + \text{S}^{2-} = \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{Cl}^-$
  - 向污水中投放明矾，生成能凝聚悬浮物的胶体:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
  - 向 NaHCO<sub>3</sub> 溶液中加入过量的澄清石灰水，出现白色沉淀  
 $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
- (2013 广东-8) 水溶液中能大量共存的一组离子是
  - Na<sup>+</sup>、Al<sup>3+</sup>、Cl<sup>-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>
  - H<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Fe<sup>2+</sup>、MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>
  - K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - K<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、OH<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- (2013 江苏-3) 常温下，下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是
  - 使甲基橙变红色的溶液: Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - 使酚酞变红色的溶液: Na<sup>+</sup>、Cu<sup>2+</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - 0.1 mol·L<sup>-1</sup> AgNO<sub>3</sub> 溶液: H<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、I<sup>-</sup>
  - 0.1 mol·L<sup>-1</sup> NaAlO<sub>2</sub> 溶液: H<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- (2013 上海-17) 某溶液可能含有 Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Fe<sup>3+</sup>、Al<sup>3+</sup> 和 K<sup>+</sup>。取该溶液 100mL，加入过

量 NaOH 溶液，加热，得到 0.02mol 气体，同时产生红褐色沉淀；过滤，洗涤，灼烧，得到 1.6g 固体；向上述滤液中加足量 BaCl<sub>2</sub> 溶液，得到 4.66g 不溶于盐酸的沉淀。由此可知原溶液中

- A. 至少存在 5 种离子
- B. Cl<sup>-</sup> 一定存在，且  $c(\text{Cl}^-) \geq 0.4\text{mol/L}$
- C. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、一定存在，Cl<sup>-</sup> 可能不存在
- D. CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、Al<sup>3+</sup> 一定不存在，K<sup>+</sup> 可能存在

### 【高考要求】

1. 能正确书写离子方程式，并理解离子反应的本质。
2. 在理解离子反应本质的基础上，能从离子角度分析电解质在水溶液中的反应。

（掌握离子共存的规律、离子反应方程式的书写及正误判断、掌握 Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、Fe<sup>3+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 等常见离子的检验方法）。

### 【考点夯实】

#### 一、离子反应（必修 1-P30）

**1. 概念：**电解质(如酸、碱、盐)在溶液中的反应实质上是\_\_\_\_之间的反应，称作离子反应。

#### 2. 离子反应发生的条件

(1) 在水溶液中进行的**复分解反应**发生的条件：

- ①有（更）**难溶物生成**——参阅必修 1-P110-溶解性表或选修 4-P65 溶度积常数
- ②有**气体产生**——如 CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub> 等。
- ③有**弱电解质生成**——如弱酸、弱碱、水等。例如盐类的水解，强酸制弱酸等。

(2) 在水溶液中进行的**氧化还原型离子反应**发生的条件：

强氧化剂和强还原剂转化为弱氧化剂和弱还原剂。如  $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$

#### 3. 离子方程式

(1) 概念：用\_\_\_\_\_来表示反应的式子。

(2) 意义：离子方程式不仅可以表示\_\_\_\_\_，还可以表示\_\_\_\_\_。

(3) 书写：一般按“写—拆—删—查”四步进行，当熟练后能抓住离子反应的实质时，就可以直接写出离子方程式。“拆”是指把易溶于水、易电离的物质写成离子形式，通常指强酸、强碱、易溶于水的盐。“删”是指删去反应前后未参加反应的离子。（强酸：HCl H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> HNO<sub>3</sub> HI HBr HClO<sub>4</sub>）

（强碱：NaOH KOH Ba(OH)<sub>2</sub> Ca(OH)<sub>2</sub>）（盐：记忆必修 1 附录 II 部分酸碱盐溶解性）

#### 4. 离子反应的应用（必修 1-P33 思考与交流）

离子反应在混合物分离、物质提纯和鉴定，以及清除水中污染物等方面有重要意义。

**(1) 混合物分离、提纯：如粗盐的提纯**

**【例 1】**过滤后的食盐水仍含有可溶性的 CaCl<sub>2</sub>、MgCl<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 等杂质，通过如下实验步骤，可制得纯净的食盐水：①加入稍过量的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液；②加入稍过量的 NaOH 溶液；③加入稍过量的 BaCl<sub>2</sub> 溶液；④滴入稀盐酸至无气泡产生；⑤过滤。

操作顺序不正确的是\_\_\_\_\_。

- A.③②①⑤④    B.③⑤②①④    C.③①②⑤④    D.②③①⑤④

## (2) 物质的鉴定、鉴别

【例2】六瓶溶液分别含有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$  六种离子（阴离子相同），可鉴别这些溶液的试剂是\_\_\_\_\_。A. 氨水    B.  $\text{NaOH}$     C.  $\text{HCl}$     D.  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$

【例3】②只用一种试剂就可鉴别  $\text{FeSO}_4$  溶液、 $\text{CuCl}_2$  溶液、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液。这种试剂是\_\_\_\_\_。

## (3) 污水处理中的主要化学方法（阅读选修1-P87-89）（写离子方程式）

①混凝法：\_\_\_\_\_。

②中和法：\_\_\_\_\_。

③沉淀法：\_\_\_\_\_。

④氧化还原法：

【例4】写出下列反应的离子方程式

在碱性条件下， $\text{Cl}_2$  可将废水中的  $\text{CN}^-$  氧化成无毒的  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}_2$  等，使水得到净化：

\_\_\_\_\_。

在酸性条件下，向含有铬废水中加入  $\text{FeSO}_4$ ，可将  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  还原为  $\text{Cr}^{3+}$ ：

\_\_\_\_\_。

## 二、与量有关的离子方程式的书写

### 1. 复分解反应

思路点拨：先确定离子反应的先后顺序，再采取“少定多变”的方法，即把量少的反应物的系数定为1，看看将该物质中所有能反应的离子都反应掉需要另一种物质的系数，先确定两物质的比例，再按该比例写出离子方程式。

【例5】按要求写出下列反应的离子方程式

①少量  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应：\_\_\_\_\_。

②少量  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与  $\text{NaHCO}_3$  反应：\_\_\_\_\_。

③少量  $\text{NaOH}$  与  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  反应：\_\_\_\_\_。

④少量  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  与  $\text{NaOH}$  反应：\_\_\_\_\_。

⑤向  $\text{NaOH}$  溶液中通入少量  $\text{SO}_2$ ：\_\_\_\_\_。

⑥向  $\text{NaOH}$  溶液中通入过量  $\text{SO}_2$ ：\_\_\_\_\_。

### 2. 氧化还原反应

思路点拨：采取“先强后弱”的方法，即氧化性或还原性强的先反应，弱的后反应。若不知强弱，判断的方法是：假设先跟其中一种离子反应，看产物能否与另一种离子反应，若不反应则假设成立；若反应则假设不成立。

【例6】已知  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$ ，写出下列反应的离子方程式

1 向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入少量  $\text{Cl}_2$  时：\_\_\_\_\_。

2 向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入过量  $\text{Cl}_2$  时：\_\_\_\_\_。

3 向  $\text{FeBr}_2$  与等物质的量的  $\text{Cl}_2$  反应时：\_\_\_\_\_。

【例7】将  $\text{Fe}$  粉加入  $\text{HNO}_3$  的稀溶液中



①当Fe粉少量时,反应的离子方程式是:\_\_\_\_\_。

②当Fe粉过量时,反应的离子方程式是:\_\_\_\_\_。

### 三、离子方程式正确与错误的判断

1.注意题干叙述与所给离子反应要对应,产物要书写正确、全面,比如是 $\text{Fe}^{2+}$ 还是 $\text{Fe}^{3+}$ 。

2.物质拆写成离子是否正确(易溶于水的强酸、强碱、盐拆,其余不拆)

3.检查是否配平(原子个数守恒、电荷守恒、氧化还原反应电子守恒)。

【例8】(2014江苏)下列指定反应的离子方程式正确的是

A. Cu溶于稀硝酸 $\text{HNO}_3$ :  $\text{Cu} + 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

B.  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液与过量NaOH溶液反应制 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ :  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$

C. 用 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶解 $\text{CaCO}_3$ :  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

D.向 $\text{NaAlO}_2$ 溶液中通入过量 $\text{CO}_2$ 制 $\text{Al}(\text{OH})_3$ :  $\text{CO}_2 + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$

### 四、离子共存的判断:离子之间能反应就不能大量共存。

#### 1.由于发生复分解反应而不能大量共存的离子:

(1)有气体产生而不能共存:如 $\text{H}^+$ 与 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{HSO}_3^-$ ;  $\text{OH}^-$ 与 $\text{NH}_4^+$ 。

(2)有沉淀生成而不能共存:参阅必修1-P110-溶解性表。

(3)有弱电解质生成而不能共存:如 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 等弱酸的酸根与 $\text{H}^+$ 生成弱酸; $\text{NH}_4^+$ 与 $\text{OH}^-$ 生成弱碱 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}^+$ 与 $\text{OH}^-$ 生成水,弱酸的酸式酸根如 $\text{HCO}_3^-$ 等与 $\text{OH}^-$ 生成水。例 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- = \text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HSO}_3^- + \text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

#### 2.由于发生氧化还原反应而不能大量共存的离子

以下是常见的有氧化性的离子和有还原性的离子,能反应的打“√”,不能反应的打“×”

离子	$\text{S}^{2-}$	$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{I}^-$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Cl}^- (\text{H}^+)$
$\text{MnO}_4^- (\text{H}^+)$					
$\text{ClO}^-$					
$\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$					
$\text{Fe}^{3+}$					

#### 3.由于发生络合反应而不能大量共存的离子:如\_\_\_\_\_。

#### 4.由于互促水解而不能大量共存的离子:

如: $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 存在于碱性溶液,  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 等存在于酸性溶液,

二者一般不能大量同时共存于同一溶液中,即发生“双水解”反应。如:



**注意:**互促水解未必都不能大量共存,如 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 和 $\text{NH}_4^+$ ,比单独水解的程度都大,但水解依然很微弱, $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 和 $\text{NH}_4^+$ 可以大量共存,存在 $\text{CH}_3\text{COO}^- \text{NH}_4^+$ 溶液。

#### 5.注意题干中的常见“陷阱”

条件类型	高考中的常见表述	误点点悟(请填写)
------	----------	-----------

常见的 限制条件	“无色”	有色离子不能大量存在，如：
	“pH=1”或“pH=13”	溶液显：_____
	“因发生氧化还原反应而不能大量共存”	
常见的 易错点	“透明”	“透明”也可“有色”
	“不共存”	易看成“共存”
常见的 隐含条件	“与Al反应放出H <sub>2</sub> ”	
	“由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ”	
	“通入足量的NH <sub>3</sub> ”	
常见 题干要求	(1) “一定大量共存” (2) “可能大量共存” (3) “不能大量共存”	审清关键字“一定、可能、不能”

## 五、离子推断

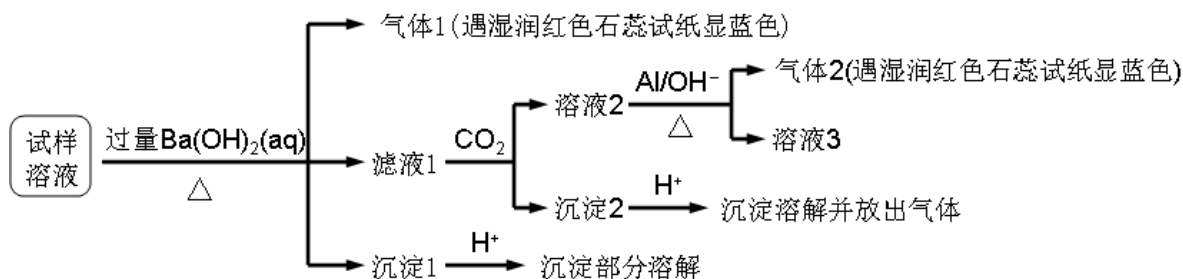
### 1. 离子推断的两个关键：

- ① 肯定一种，否定一批；
- ② 有阳必有阴，有阴必有阳；

### 2. “四项基本原则”

- (1) 肯定性原则：根据实验现象推出溶液中肯定存在或肯定不存在的离子；  
(记住几种常见的有色离子： $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 $\text{Cr}^{3+}$ )
- (2) 互斥性原则：在肯定某些离子的同时，结合离子共存规律，否定一些离子的存在；  
(要注意题目中的隐含条件，如：酸性、碱性、指示剂的变化、与铝反应产生H<sub>2</sub>、水的电离情况等)
- (3) 电中性原则：溶液呈电中性，一定既有阳离子，又有阴离子，且溶液中正电荷总数与负电荷总数相等；(这一原则可帮助我们确定一些隐含的离子)
- (4) 进出性原则：通常是在实验过程中使用，是指在实验过程中反应生成的离子或引入的离子对后续实验的干扰。

**【例9】**(2014 浙江) 雾霾严重影响人们的生活与健康。某地区的雾霾中可能含有如下可溶性无机离子： $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 。某同学收集了该地区的雾霾，经必要的预处理后试样溶液，设计并完成了如下的实验：



已知:  $3\text{NO}_3^- + 8\text{Al} + 5\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{加热}} 3\text{NH}_3 + 8\text{AlO}_2^-$

根据以上的实验操作与现象, 该同学得出的结论不正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 试样中肯定存在  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{NO}_3^-$
- B. 试样中一定不含  $\text{Al}^{3+}$
- C. 该雾霾中可能存在  $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{MgSO}_4$
- D. 试样中可能存在  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$

### 【过关检测】

- 在水溶液中能大量共存的一组离子是
  - A.  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$
  - B.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$
  - C.  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
  - D.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- 下列离子或分子在溶液中能大量共存, 通入  $\text{CO}_2$  后仍能大量共存的一组是
  - A.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$
  - B.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$
  - C.  $\text{H}^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}_2$
  - D.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}_3^-$
- 含有下列各组离子的溶液中, 通入过量  $\text{SO}_2$  气体后仍能大量共存的是
  - A.  $\text{H}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{NO}_3^-$
  - B.  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$
  - C.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{HS}^-$
  - D.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{Cl}^-$
- 能在水溶液中大量共存的一组离子是
  - A.  $\text{H}^+$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$
  - B.  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
  - C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$
  - D.  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$
- 在  $\text{pH}=1$  的溶液中能大量共存的一组离子或分子是
  - A.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$
  - B.  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{Cl}^-$
  - C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 $\text{CH}_3\text{CHO}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
  - D.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$
- 下列各组离子, 能在溶液中大量共存的是
  - A.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{Br}^-$
  - B.  $\text{H}^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$
  - C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$
  - D.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$
- 下列各组离子, 在溶液中能大量共存, 加入  $\text{NaOH}$  溶液加热既有气体放出又有沉淀生成的一组是
  - A.  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$
  - B.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$
  - C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$
  - D.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{K}^+$
- 下列各组离子在指定溶液中不能大量共存的是
  - A. 滴加无色酚酞试液后变红色的溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$

- B. 常温下水电离的  $c(\text{H}^+)=1\times 10^{-12}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的溶液中:  $\text{ClO}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
- C. 含有较多  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SCN}^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$
- D. 使 pH 试纸变深蓝的溶液中:  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$
9. 下列各组离子在指定溶液中**一定能**大量共存的是
- A. 常温下,  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-)=10^{12}$  的溶液中:  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$
- B. 在含有大量  $\text{HCO}_3^-$  的溶液中:  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Br}^-$
- C. 使 pH 试纸变红的溶液中:  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$
- D. pH=1 的溶液中:  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{MnO}_4^-$
10. 下列各组离子在指定溶液中**一定能**大量共存的是
- A. pH=1 的溶液中:  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- B. 加入苯酚显紫色的溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- C. 能和  $\text{Ca}^{2+}$  生成沉淀的溶液中:  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{Cl}^-$
- D. 加入铝粉能放出氢气的溶液中:  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$
11. 近年高考中 10 种常考易错离子组合的剖析

	高考中常见离子组合	能否共存	反应类型
①	$\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{S}^{2-}$		
②	$\text{Na}^+$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$		
③	$\text{H}^+$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$		
④	$\text{H}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$		
⑤	$\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{Cl}^-$		
⑥	$\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$		
⑦	$\text{Na}^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$		
⑧	$\text{Na}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$		

## 12. 离子方程式正误判断 (正确的划“√”; 错误的划“×”并改正)

- (1)  $\text{FeCl}_3$  溶液与 Cu 的反应:  $\text{Cu}+\text{Fe}^{3+}=\text{Cu}^{2+}+\text{Fe}^{2+}$  ( )
- (2) 醋酸除去水垢:  $\text{CaCO}_3+2\text{H}^+=\text{Ca}^{2+}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$  ( )
- (3) 硫化亚铁溶于足量稀硝酸中:  $\text{FeS}+2\text{H}^+=\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\text{S}\uparrow$  ( )
- (4) 向  $\text{NaAlO}_2$  溶液中通入过量  $\text{CO}_2$ :  $2\text{AlO}_2^-+\text{CO}_2+3\text{H}_2\text{O}=2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}$  ( )
- (5) 用  $\text{KIO}_3$  氧化酸性溶液中的 KI:  $5\text{I}^-+\text{IO}_3^-+3\text{H}_2\text{O}=3\text{I}_2+6\text{OH}^-$  ( )
- (6) 向  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中加入过量 NaOH 溶液并加热:  $\text{NH}_4^++\text{OH}^-\xrightarrow{\Delta}\text{NH}_3\uparrow+\text{H}_2\text{O}$  ( )
- (7) 将过量二氧化硫气体通入氨水中:  $\text{SO}_2+\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=\text{HSO}_3^-+\text{NH}_4^+$  ( )
- (8) 用稀硝酸洗涤试管内壁的银镜:  $\text{Ag}+2\text{H}^++\text{NO}_3^-=\text{Ag}^++\text{NO}\uparrow+\text{H}_2\text{O}$  ( )
- (9) 二氧化硫通入 84 消毒液 ( $\text{NaClO}$  和  $\text{NaOH}$ ) 中:  $\text{SO}_2+\text{ClO}^-+2\text{OH}^-=\text{SO}_4^{2-}+\text{Cl}^-+\text{H}_2\text{O}$  ( )
- (10) 稀硫酸中加入铁粉:  $2\text{Fe}+6\text{H}^+=2\text{Fe}^{3+}+3\text{H}_2\uparrow$  ( )
- (11) 新制的氧化铝可溶于氢氧化钠溶液:  $\text{Al}_2\text{O}_3+2\text{OH}^-=2\text{AlO}_2^-+\text{H}_2\text{O}$  ( )
- (12) 硅酸钠溶液与醋酸溶液混合:  $\text{SiO}_3^{2-}+2\text{H}^+=\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$  ( )

- (13) 实验室用铝盐和氨水制氢氧化铝:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$  ( )
- (14)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液中加入过量  $\text{NaHCO}_3$  溶液:  $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$  ( )
- (15)  $\text{MnO}_2$  与浓盐酸反应制  $\text{Cl}_2$ :  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  ( )
- (16) 明矾溶于水产生  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$  ( )
- (17)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  溶于水产生  $\text{O}_2$ :  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$  ( )
- (18)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  溶液与少量  $\text{NaOH}$  溶液反应:  $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$  ( )
- (19) 向明矾溶液中滴加  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 恰好使  $\text{SO}_4^{2-}$  沉淀完全: ( )
- $$2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$$
- (20) 向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入足量氯气:  $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$  ( )

### 【总结与反思】

请以“过关检测”第12题归纳书写离子方程式的常见错误。

### 【能力提升】

1. 某溶液中可能含有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 。分别取样:

① 用 pH 计测试, 溶液显弱酸性;

② 加氯水和淀粉无明显现象。为确定该溶液的组成, 还需检验的离子是\_\_\_\_\_。

A.  $\text{Na}^+$       B.  $\text{SO}_4^{2-}$       C.  $\text{Ba}^{2+}$       D.  $\text{NH}_4^+$

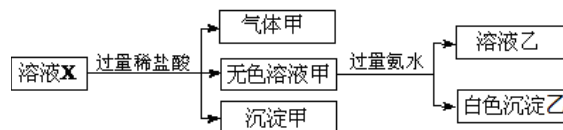
2. 甲、乙、丙、丁四种易溶于水的物质, 分别由  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  中的不同阳离子和阴离子各一种组成。已知: ① 将甲溶液分别与其它三种物质的溶液混合, 均有白色沉淀生成; ②  $0.1\text{mol/L}$  乙溶液中  $c(\text{H}^+) > 0.1\text{mol/L}$ ; ③ 向丙溶液中滴入  $\text{AgNO}_3$  溶液有不溶于稀  $\text{HNO}_3$  的白色沉淀生成。下列结论不正确的是\_\_\_\_\_。

A. 甲溶液含有  $\text{Ba}^{2+}$       B. 乙溶液含有  $\text{SO}_4^{2-}$   
C. 丙溶液含有  $\text{Cl}^-$       D. 丁溶液含有  $\text{Mg}^{2+}$

3. 水溶液 X 中只可能溶有  $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$  中的若干种离子。某同学对

该溶液进行了如右实验，下列判断正确的是

- A. 气体甲一定是纯净物  
 B. 沉淀甲是硅酸和硅酸镁的混合物  
 C.  $K^+$ 、 $AlO_2^-$  和  $SiO_3^{2-}$  一定存在于溶液 X 中  
 D.  $CO_3^{2-}$  和  $SO_4^{2-}$  一定不存在于溶液 X 中



4.(2014 上海)某未知溶液可能含  $Cl^-$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $Na^+$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Al^{3+}$ 。将溶液滴在蓝色石蕊试纸上，试纸变红。取少量试液，滴加硝酸酸化的氯化钡溶液，有白色沉淀生成；在上层清液中滴加硝酸银溶液，产生白色沉淀。下列判断合理的是\_\_\_\_\_

- A. 一定有  $Cl^-$     B. 一定有  $SO_4^{2-}$     C. 一定没有  $Al^{3+}$     D. 一定没有  $CO_3^{2-}$

5.某无色溶液，由  $Na^+$ 、 $Ag^+$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ 、 $AlO_2^-$ 、 $MnO_4^-$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $SO_4^{2-}$  中的若干种组成。取该溶液进行如下实验：

- ①取适量溶液，加入过量盐酸，有气体生成，并得到无色溶液；  
 ②在①所得溶液中加入过量  $NH_4HCO_3$  溶液，有气体生成，同时析出白色沉淀甲；  
 ③在②所得溶液中加入过量  $Ba(OH)_2$  溶液也有气体生成，同时析出白色沉淀乙。

则下列离子在原溶液中一定存在的有：\_\_\_\_\_

- A.  $SO_4^{2-}$ 、 $AlO_2^-$ 、 $Na^+$                       B.  $Na^+$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $AlO_2^-$   
 C.  $CO_3^{2-}$ 、 $Na^+$ 、 $Al^{3+}$                       D.  $MnO_4^-$ 、 $Na^+$ 、 $CO_3^{2-}$

6.由几种离子化合物组成的混合物，含有以下离子中的若干种： $K^+$ 、 $NH_4^+$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $CO_3^{2-}$ 。将该混合物溶于水后得无色澄清溶液，现分别取 3 份 100mL 该溶液进行如下实验：

实验序号	实验内容	实验结果
a	加 $AgNO_3$ 溶液	有白色沉淀生成
b	加足量 $NaOH$ 溶液并加热	无沉淀，收集到气体 1.12L（已折算成标准状况下的体积）
c	加足量 $BaCl_2$ 溶液时，对所得沉淀进行洗涤、干燥、称量；再向沉淀中加足量稀盐酸，然后洗涤、干燥、称量	第一次称量读数为 6.27g， 第二次称量读数为 2.33g

试回答下列问题：

- (1) 该混合物中一定不存在的离子是\_\_\_\_\_。  
 (2) 试写出实验 b 发生反应的离子方程式\_\_\_\_\_。  
 (3) 溶液中一定存在的阴离子及其物质的量浓度（可不填满）：

阴离子符号	物质的量浓度 ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )

(4) 判断混合物中是否存在  $\text{K}^+$  并说明理由? \_\_\_\_\_。

7. 某无色溶液中只可能含有①  $\text{Na}^+$ 、②  $\text{Ba}^{2+}$ 、③  $\text{Cl}^-$ 、④  $\text{Br}^-$ 、⑤  $\text{SO}_3^{2-}$ 、⑥  $\text{SO}_4^{2-}$  离子中的若干种 (忽略水电离出的  $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ )，依次进行下列实验，且每步所加试剂均过量，观察到的现象如下：

步骤	操作	现象
(1)	用 pH 试纸检验	溶液的 pH 大于 7
(2)	向溶液中滴加氯水，再加入 $\text{CCl}_4$ 振荡，静置	$\text{CCl}_4$ 层呈橙色
(3)	向所得水溶液中加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液和稀 $\text{HNO}_3$	有白色沉淀产生
(4)	过滤，向滤液中加入 $\text{AgNO}_3$ 溶液和稀 $\text{HNO}_3$	有白色沉淀产生

则该溶液中肯定含有的离子是\_\_\_\_\_，肯定没有的离子是\_\_\_\_\_。

8. 某钠盐溶液可能含有阴离子  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 。为了鉴别这些离子，分别取少量溶液进行以下实验：(已知硫酸银溶于稀硝酸)

- ① 所得溶液呈碱性；
- ② 加  $\text{HCl}$  后，生成无色无味的气体。该气体能使饱和石灰水变浑浊。
- ③ 加  $\text{CCl}_4$ ，滴加少量氯水，振荡后， $\text{CCl}_4$  层未变色。
- ④ 加  $\text{BaCl}_2$  溶液产生白色沉淀，分离，在沉淀中加入足量的盐酸，沉淀不能完全溶解。
- ⑤ 加  $\text{HNO}_3$  酸化后，再加过量的  $\text{AgNO}_3$ ，溶液中析出白色沉淀。

(1) 分析上述 5 个实验，写出每一实验鉴定离子的结论与理由。

实验①\_\_\_\_\_。

实验②\_\_\_\_\_。

实验③\_\_\_\_\_。

实验④\_\_\_\_\_。

实验⑤\_\_\_\_\_。

(2) 上述 5 个实验不能确定是否存在的离子是\_\_\_\_\_。

9. 某澄清透明溶液可能含有下列离子： $K^+$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ 、 $NH_4^+$ 、 $Cl^-$ 、 $NO_3^-$ 、 $HCO_3^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $I^-$ 、 $SO_3^{2-}$  现

做以下实验：

(1) 将溶液滴在蓝色石蕊试纸上，试纸呈红色；

(2) 取少量溶液，加入用稀  $HNO_3$  酸化的  $BaCl_2$  溶液，只产生白色沉淀；

(3) 将(2)中的沉淀过滤，向滤液中加  $AgNO_3$  溶液，产生白色沉淀；

(4) 另取溶液，逐滴加入浓  $NaOH$  溶液至过量，产生气体且只看到有红褐色沉淀生成，沉淀质量不减少。由此可以推断：

溶液中肯定存在的离子有\_\_\_\_\_；

溶液中肯定不存在的离子有\_\_\_\_\_；

10. (2010 全国-28) 有 A、B、C、D、E 和 F 六瓶无色溶液，他们都是中学化学中常用的无机试剂。纯 E 为无色油状液体；B、C、D 和 F 是盐溶液，且他们的阴离子均不同。现进行如下实验：

① A 有刺激性气味，用沾有浓盐酸的玻璃棒接近 A 时产生白色烟雾；

② 将 A 分别加入其它五种溶液中，只有 D、F 中有沉淀产生；继续加入过量 A 时，D 中沉淀无变化，F 中沉淀完全溶解；

③ 将 B 分别加入 C、D、E、F 中，C、D、F 中产生沉淀，E 中无色、无味气体逸出；

④ 将 C 分别加入 D、E、F 中，均有沉淀生成，再加入稀  $HNO_3$ ，沉淀均不溶。

根据上述实验信息，请回答下列问题：

(1) 能确定溶液是（写出溶液标号与相应溶质的化学式）：

(2) 不能确定的溶液，写出其标号、溶质可能的化学式及进一步鉴别的方法：



## 基本概念 4——氧化还原反应

### 【初试真题】

1. 能正确表示下列反应的离子方程式为\_\_。

- A. 硫化亚铁溶于稀硝酸中： $\text{FeS} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S}\uparrow$
- B.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶于过量的  $\text{NaOH}$  溶液中： $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 少量  $\text{CO}_2$  通入苯酚钠溶液中： $2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$
- D. 大理石溶于醋酸中： $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

2. 物质氧化性、还原性的强弱，不仅与物质的结构有关，而且还与物质浓度、反应温度、溶液的酸碱性等有关。下列各组物质：①  $\text{Cu}$  与  $\text{HNO}_3$  溶液；②  $\text{Fe}$  与  $\text{FeCl}_3$  溶液；③  $\text{Zn}$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液；④  $\text{Fe}$  与  $\text{HCl}$  溶液，由于浓度不同而发生不同氧化还原反应的是（ ）

- A. ①③      B. ②④      C. ②③      D. ③④

3. 已知氧化性  $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$ 。 $\text{FeBr}_2$  溶液中通入一定量的  $\text{Cl}_2$ ，发生反应的离子方程式为： $a\text{Fe}^{2+} + b\text{Br}^- + c\text{Cl}_2 = d\text{Fe}^{3+} + e\text{Br}_2 + f\text{Cl}^-$  下列选项中的数字与离子方程式中的  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$  一一对应，其中不符合反应实际的是

- A. 2 4 3 2 2 6      B. 0 2 1 0 1 2
- C. 2 0 1 2 0 2      D. 2 2 2 2 1 4

4. 某温度下，将  $\text{Cl}_2$  通入  $\text{NaOH}$  溶液中，反应得到  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaClO}$ 、 $\text{NaClO}_3$  的混合液，经测定  $\text{ClO}^-$  与  $\text{ClO}_3^-$  的浓度之比为 1 : 3，则  $\text{Cl}_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液反应时被还原的氯元素与被氧化的氯元素的物质的量之比为（ ）

- A. 21 : 5      B. 11 : 3      C. 3 : 1      D. 4 : 1

### 【高考要求】

1. 根据化学反应的特点理解不同类型的化学反应。
2. 在分析元素化合价变化的基础上，理解氧化还原反应的本质。
3. 根据氧化还原反应的规律研究物质的化学性质以及常见氧化剂和还原剂之间的反应。

### 【考点夯实】

#### 一、概念梳理

##### 1. 氧化还原反应的实质、特征、基本原则及氧化反应与还原反应的关系

(1) 实质：\_\_\_\_\_。

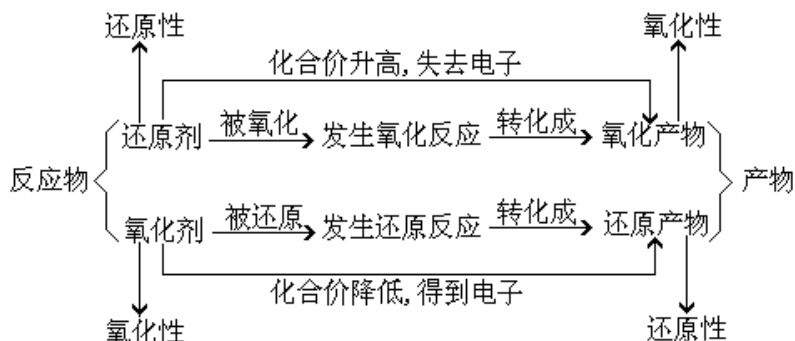
(2) 特征：\_\_\_\_\_。

(3) 基本原则：

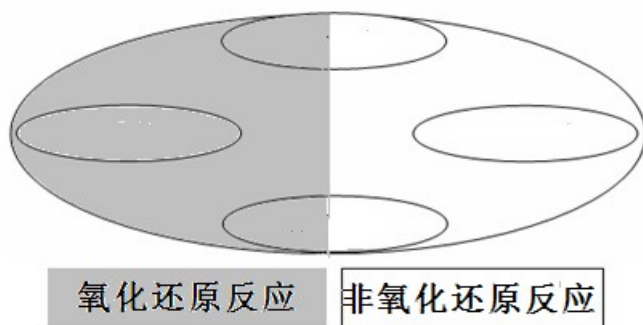
两个基本原则：一是反应中还原剂各元素化合价升高的总数和氧化剂各元素化合价降低的总数，即得失电子守恒；二是反应前后各种原子个数相等，即\_\_\_\_\_。

(4) 氧化反应与还原反应的关系：

在氧化还原反应里，都遵守得失电子守恒，氧化和还原必然是以等量同时进行、相互依存的对立统一过程。



##### 2. 氧化还原反应和四种基本反应类型的关系



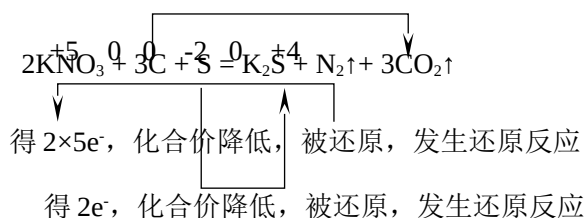
##### 3. 氧化还原反应中电子转移的表示方法

(1) **单线桥法:** 在化学方程式中，用带有箭头的单线(桥)标出反应原子或离子间的电子转移方向，并

$$3\overset{+3}{\underset{\text{还原剂}}{\text{As}}}\overset{-2}{\text{S}_3} + 28\overset{+5}{\text{HNO}_3(\text{稀})} + 4\text{H}_2\text{O} = 9\overset{+5}{\text{H}_2}\overset{+2}{\text{SO}_4} + 6\text{H}_3\overset{+5}{\text{AsO}_4} + 28\text{NO}\uparrow$$

氧化剂

失  $3 \times 4e^-$ ，化合价升高，被氧化，发生氧化反应



分 类	举 例
1.电子转移发生在不同的分子、原子或离子之间	1. $2M + X_2 = 2MX$ (M 代表碱金属、X 代表卤素。) 2. $Zn + H^+ \longrightarrow$ 3. $Cu + H^+ + NO_3^- \longrightarrow$ 4. $Br^- + Cl_2 \longrightarrow$ 5. $Fe^{2+} + Cl_2 \longrightarrow$ 6. $I^- + Fe^{3+} \longrightarrow$ 7. $3Fe^{2+} + NO_3^- + 4H^+ \longrightarrow$ 8. $Sn^{2+} + 2Fe^{3+} = 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$ 9. $2MnO_4^- + 10Cl^- + 16H^+ \longrightarrow$
2. 电子转移发生在同一物质内的不同	1. $HgO \longrightarrow$

元素原子之间	$2. \text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2}$ $3. \text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta}$
3.电子转移发生在同一物质内同一价态的同一元素原子之间。也称为歧化反应	$1. \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \text{ —— }$ $2. \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{ —— }$ $3. 2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \text{ —— }$ $4. 2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{ —— }$ $5. 2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ $6. \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{ —— }$
4.电子在多种原子或离子间发生转移	$1. 4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ $2. \text{As}_2\text{S}_3 + 28\text{HNO}_3(\text{浓}) = 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_3\text{AsO}_4 + 28\text{NO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ $3. 3\text{FeS}_2 + 12\text{C} + 8\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 12\text{CO} + 6\text{S}$

### 三、氧化还原反应的一般规律

#### 1. 价态表现性质的规律

元素处于最高价，只有氧化性；元素处于最低价，只有还原性；元素处于中间价态，既有氧化性又有还原性。一般而言：金属单质只有还原性，高价金属阳离子只有氧化性；最低价非金属阴离子只有还原性(但可变价非金属阴离子在一定条件下可能具有氧化性如  $\text{SO}_3^{2-}$  等)，非金属单质一般既有氧化性又有还原性。

物质若含有多种元素，其性质是这几种元素性质的综合体现。简单表述为“高价氧化低价还，中间价态两头转”。

【例 1】试从化合价角度分析下列粒子的性质。在  $\text{HCl}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{S}$ 、 $\text{Cl}^-$  等粒子中，只有氧化性的是\_\_\_\_\_，只有还原性的是\_\_\_\_\_，既有氧化性又有还原性的是\_\_\_\_\_。

## 2. 物质的氧化性还原性还与温度、浓度、溶液酸碱性有关

如：

### 1) 溶液的浓度：

浓度大时，氧化剂的氧化性和还原剂的还原性均增强。如浓硝酸的氧化性大于稀硝酸的氧化性； $\text{MnO}_2$ 能与浓盐酸反应，不能被稀盐酸还原。

### 2) 反应的温度：

温度高时，氧化剂的氧化性和还原剂的还原性均增强。如浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  具有强氧化性，热的浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  比冷的浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  氧化性更强。

### 3) 溶液的酸碱性：

如  $\text{KMnO}_4$  的氧化性随溶液酸性的增强而增强。在酸性环境中， $\text{KMnO}_4$  的还原产物为  $\text{Mn}^{2+}$ ；在中性环境中， $\text{KMnO}_4$  的还原产物为  $\text{MnO}_2$ ；在碱性环境中， $\text{KMnO}_4$  的还原产物为  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ 。在使用高锰酸钾作为氧化剂检验或除去一些还原性物质时，为了褪色明显，反应快速，往往使用酸化( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )的高锰酸钾溶液。

## 3. 转化规律

**(1) 电子得失守恒规律：**氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数。

【例 2】一定条件下硝酸铵受热分解的化学方程式为：

$\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (未配平)，在反应中被氧化与被还原的氮原子数之比为

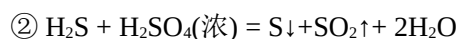
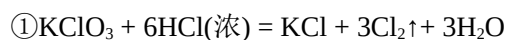
A. 5:3      B. 5:4      C. 1:1      D. 3:5

【例 3】当溶液中  $\text{XO}_4^-$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$  分子个数比恰为 2:5 时，溶液中的  $\text{XO}_4^-$  被还原为较低价态，则 X 元素的化合价降为\_\_\_

**(2) 价态归中规律：**同种元素不同价态之间发生氧化还原反应时，化合价的变化是往中间价靠拢，至多变为同一价态，但不能跨越(不能交叉)即价态归中。同种元素相邻价态间不发生氧化还原反应。

如： $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \neq \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{H}_2\text{SO}_3 \neq$

【例 4】讨论分析下列氧化还原反应中电子转移情况(用双线桥法)，判断氧化剂、还原剂、氧化产物和还原产物。



#### 四、物质的氧化性、还原性强弱的判断方法

注：物质的氧化性、还原性的强弱取决于得、失电子的难易程度，而不是得、失电子数目。

##### 1、根据金属的活动顺序表判断

金属活动顺序：K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

原子失电子能力：( ) .....( ).....>

阳离子得电子能力：( ) .....( ).....>

##### 2、依据元素在周期表位置判断

同周期元素从左到右：金属性\_\_\_\_；非金属性\_\_\_\_，金属单质的\_\_\_\_依次减弱；

非金属单质的\_\_\_\_逐渐加强。

同主族元素从上到下：金属性\_\_\_\_；非金属性\_\_\_\_，金属单质的\_\_\_\_依次增强；

非金属单质的\_\_\_\_逐渐减弱。

单质的氧化性： $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2 > S$       单质的还原性： $Na > Mg > Al$

离子的还原性： $S^{2-} > I^- > Br^- > Cl^- > F^-$

##### 3、通过具体的氧化还原反应方程式比较

氧化剂 + 还原剂 → 氧化产物 + 还原产物

氧化性强弱顺序是：\_\_\_\_\_；还原性强弱顺序是：\_\_\_\_\_；

##### 4、根据与同一物质反应产物的价态高低比较(Fe 分别与 $Cl_2$ 、S 在加热条件下的反应)

##### 5、根据反应所需条件判断(反应原理相似的不同反应中，反应条件要求越低，说明氧化性或还原性越强)

如卤素单质与  $H_2$  的反应，按  $F_2$ 、 $Cl_2$ 、 $Br_2$ 、 $I_2$  的顺序反应越来越难，反应条件要求越来越高，则得出：氧化性  $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ 。

##### 【例 5】

$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$  (快)  $2H_2SO_3 + O_2 = 2H_2SO_4$  (慢)  $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$  (有催化剂时仍为可逆反应)。比较  $Na_2SO_3$ 、 $SO_2$ 、 $H_2SO_3$  的还原性：\_\_\_\_\_；

##### 【例 6】

(1) 实验室是用二氧化锰跟浓盐酸在加热条件下反应制取氯气，其化学方程式(注明反应条件)是：  
。

(2)  $KMnO_4$  是常用的氧化剂，在酸性条件下， $MnO_4^-$  被还原成  $Mn^{2+}$ 。用高锰酸钾跟浓盐酸在室温下

制取氯气的化学方程式为：\_\_\_\_\_。

(3) 历史上曾用“地康法”制  $\text{Cl}_2$ ，这一方法是用氯化铜作催化剂，在  $450^\circ\text{C}$  时用空气中氧气与氯化氢反应制  $\text{Cl}_2$ 。这一反应的化学方程式为：\_\_\_\_\_。

比较以上三个反应，氧化剂的氧化能力从强到弱的顺序为：\_\_\_\_\_。

## 6、根据原电池、电解池的电极反应判断

(1) 两种不同金属构成原电池的两极时，负极金属是电子\_\_\_\_\_的极，正极金属是电子\_\_\_\_\_的极。其还原性：\_\_\_\_\_。

(2) 用惰性电极电解电解质溶液时，在阴极先放电的\_\_\_\_\_离子的\_\_\_\_\_性较强，在阳极先放电的离子的\_\_\_\_\_性较强。(阳离子得电子顺序——氧化性强弱顺序：参考金属活动性顺序表。阴离子失电子顺序——还原性强弱顺序： $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{OH}^- > \text{含氧酸根离子}$ 等)

## 五、常见氧化剂、还原剂

### 氧化剂：

1. 活泼非金属单质： $\text{F}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_3$ 等
2. 高价态含氧酸： $\text{HNO}_3$ (浓、稀)、浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$
3. 高价态盐： $\text{KNO}_3(\text{H}^+)$ 、固体硝酸盐、 $\text{KMnO}_4$ (酸性、中性、碱性)、 $\text{KClO}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{H}^+)$
4. 高价态金属阳离子： $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 等
5. 过氧化物： $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$
6. 弱氧化剂：能电离出  $\text{H}^+$  的物质、新制的银氨溶液、新制的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液等
7. 其它： $\text{HClO}$ 、 $\text{NaClO}$ 、漂白粉(漂粉精)、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 等

### 还原剂

1. 金属单质： $\text{K}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Fe}$ 等
2. 某些非金属单质： $\text{H}_2$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{S}$ 、 $\text{P}$
3. 变价元素中某些低价态化合物：  
 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  及硫化物、亚铁盐、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{HI}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{SO}_2$  及亚硫酸盐、浓盐酸等

## 六、氧化还原反应化学方程式的配平

### 1. 配平原则

- (1) 电子守恒原则：氧化还原反应中还原剂失电子的总数与氧化剂得电子的总数相等。
- (2) 电荷守恒原则：在离子反应中，反应前后离子所带电荷总数相等。

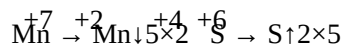
(3) 质量守恒原则：在化学方程式中反应前后各元素的原子个数相等。

## 2. 氧化还原反应配平的一般步骤

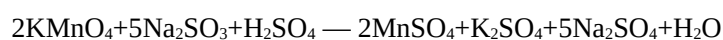
(1)“一标” 根据反应物和生成物的化学式，标出发生变化元素的化合价。例如：



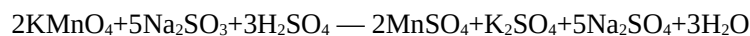
(2)“二等” 使变价元素的化合价升降总数相等。



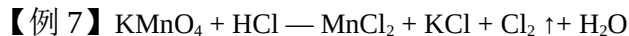
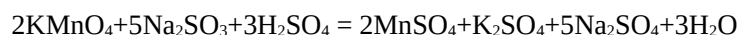
(3)“三定” 根据化合价升高与降低的最小公倍数，定出参加氧化还原反应的物质的化学计量数。



(4)“四平” 用观察法配平其它各物质的化学计量数，使化学方程式配平。

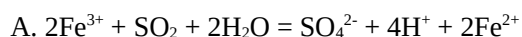


(5)“五查” 检查反应前后原子总数是否相等，检查离子反应电荷是否守恒，若相等，说明化学方程式配平正确，将短线改等号。

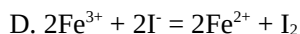
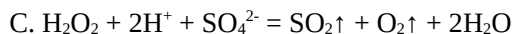


### 【过关检测】

1. 已知  $\text{I}^-$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{Cl}^-$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  均有还原性，它们在酸性溶液中还原性的强弱顺序为  $\text{Cl}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{H}_2\text{O}_2 < \text{I}^- < \text{SO}_2$ 。判断下列反应不能发生的是



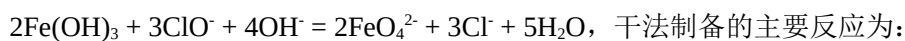




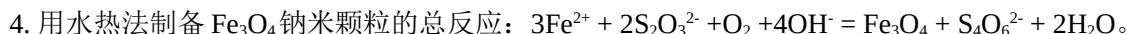
2.  $\text{ClO}_2$  是一种广谱型的消毒剂, 根据世界环保联盟的要求,  $\text{ClO}_2$  将逐渐取代  $\text{Cl}_2$  成为生产自来水的消毒剂。工业上  $\text{ClO}_2$  常用  $\text{NaClO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液混合并加  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化后反应制得, 在以上反应中  $\text{NaClO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的物质的量之比为

- A. 1:1      B. 2:1      C. 1:2      D. 2:3

3. 高铁酸钾( $\text{K}_2\text{FeO}_4$ )是一种新型、高效、多功能水处理剂, 是比  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{KMnO}_4$  氧化性更强, 无二次污染的绿色水处理剂。工业上是先制得高铁酸钠, 然后在低温下, 在高铁酸钠溶液中加入  $\text{KOH}$  至饱和就可析出高铁酸钾( $\text{K}_2\text{FeO}_4$ )。湿法制备的主要反应为:



- A. 高铁酸钾中铁显+3 价  
B. 湿法中每生成  $1\text{molNa}_2\text{FeO}_4$  转移  $3\text{mol}$  电子  
C. 干法中每生成  $1\text{molNa}_2\text{FeO}_4$  转移  $4\text{mol}$  电子  
D.  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  处理水时, 不仅能消毒杀菌, 还能除去水体中的  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NH}_3$  等, 生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  还能吸附水中的悬浮杂质。



下列说法正确的是

- A. 在反应中硫元素被氧化, 铁元素被还原      B. 还原剂是  $\text{Fe}^{2+}$ , 氧化剂是  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  和  $\text{O}_2$   
C. 每生成  $1\text{molFe}_3\text{O}_4$ , 转移  $3\text{mol}$  电子      D. 当转移  $1\text{mol}$  电子时, 消耗  $56\text{gS}_2\text{O}_3^{2-}$

5. 分析如下残缺的反应:  $\text{RO}_3^- + \underline{\hspace{1cm}} + 6\text{H}^+ = 3\text{R}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。下列叙述正确的是

- A. 上式中缺项所填物质在反应中作氧化剂  
B. R 的原子半径在同周期主族元素原子中最小  
C. R 一定是周期表中的第 VA 族元素  
D.  $\text{RO}_3^-$  中的 R 元素在所有的反应中只能被还原

6. 已知  $\text{R}_x\text{O}_4^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{RO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$  变化过程中,  $0.2\text{mol R}_x\text{O}_4^{2-}$  离子参加反应时共转移  $0.4\text{mol}$  电子。

(1) 配平离子方程式:  $\underline{\hspace{2cm}}$

(2) x 值=\_\_\_;

(3) 参加反应的氢离子的物质的量为\_\_\_;

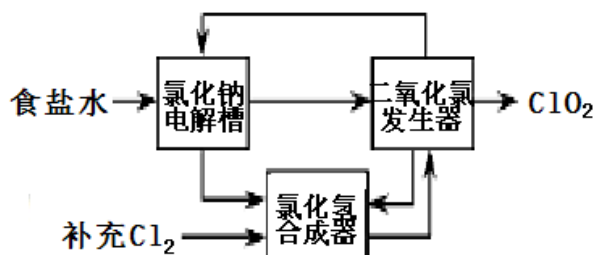
7. 绿矾( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )在强热条件下分解, 生成  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 每生成  $1\text{mol H}_2\text{SO}_4$  时, 分解的绿矾的物质的量是\_\_\_\_\_。

8. (2013 福建) 二氧化氯 ( $\text{ClO}_2$ ) 是一种高效、广谱、安全的杀菌、消毒剂。

(1) 氯化钠电解法是一种可靠的工业生产  $\text{ClO}_2$  方法。

① 用于电解的食盐水需先除去其中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  等杂质。其次除杂操作时, 往粗盐水中先加入过量的\_\_\_\_\_ (填化学式), 至沉淀不再产生后, 再加入过量的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaOH}$ , 充分反应后将沉淀一并滤去。

② 该法工艺原理如右。



其过程是将食盐水在特定条件下电解得到的氯酸钠 ( $\text{NaClO}_3$ ) 与盐酸反应生成  $\text{ClO}_2$ 。

工艺中可以利用的单质有\_\_\_\_\_ (填化学式), 发生器中生成  $\text{ClO}_2$  的化学方程式为

(2) 纤维素还原法制  $\text{ClO}_2$  是一种新方法, 其原理是: 纤维素水解得到的最终产物 D 与  $\text{NaClO}_3$  反应生成  $\text{ClO}_2$ 。完成反应的化学方程式:



(3)  $\text{ClO}_2$  和  $\text{Cl}_2$  均能将电镀废水中的  $\text{CN}^-$  氧化为无毒的物质, 自身被还原为  $\text{Cl}^-$ 。处理含  $\text{CN}^-$  相同时的电镀废水, 所需  $\text{Cl}_2$  的物质的量是  $\text{ClO}_2$  的\_\_\_\_\_倍

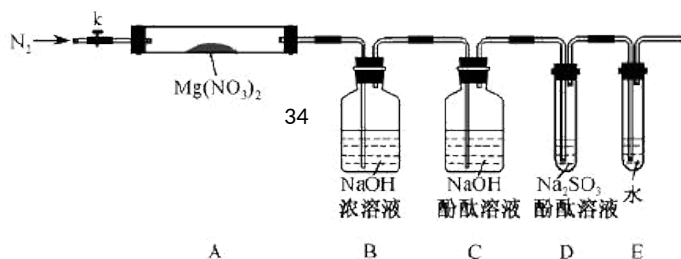
9. (2013 福建) 固体硝酸盐加热易分解且产物较复杂。某学习小组以  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  为研究对象, 拟通过实验探究其热分解的产物, 提出如下 4 种猜想:

甲:  $\text{Mg}(\text{NO}_2)_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_2$  乙:  $\text{MgO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_2$  丙:  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$  丁:  $\text{MgO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2$

(1) 实验前, 小组成员经讨论认定猜想丁不成立, 理由是\_\_\_\_\_。

查阅资料得知:  $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

针对甲、乙、丙猜想, 设计如下图所示的实验装置 (图中加热、夹持仪器等均省略):



## (2) 实验过程

① 仪器连接后，放入固体试剂之前，关闭 k，微热硬质玻璃管（A），观察到 E 中有气泡连续放出，表明\_\_\_\_\_

② 称取  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  固体 3.79 g 置于 A 中，加热前通入  $\text{N}_2$  以驱尽装置内的空气，其目的是\_\_\_\_\_；关闭 K，用酒精灯加热时，正确操作是先\_\_\_\_\_然后固定在管中固体部位下加热。

③ 观察到 A 中有红棕色气体出现，C、D 中未见明显变化。

④ 待样品完全分解，A 装置冷却至室温、称量，测得剩余固体的质量为 1.0g。

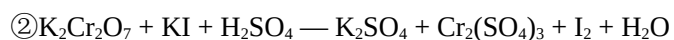
⑤ 取少量剩余固体于试管中，加入适量水，未见明显现象。

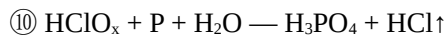
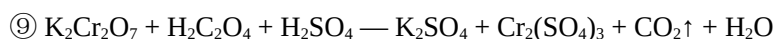
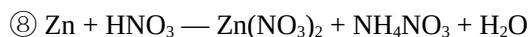
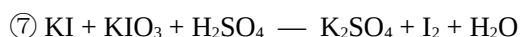
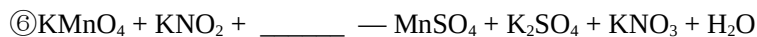
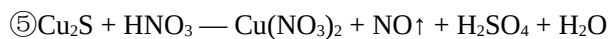
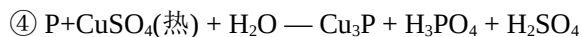
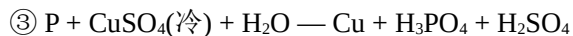
## (3) 实验结果分析讨论

① 根据实验现象和剩余固体的质量经分析可初步确认猜想\_\_\_\_\_是正确的。

② 根据 D 中无明显现象，一位同学认为不能确认分解产物中有  $\text{O}_2$ ，因为若有  $\text{O}_2$ ，D 中将发生氧化还原反应：\_\_\_\_\_（填写化学方程式），溶液颜色会退去；小组讨论认定分解产物中有  $\text{O}_2$  存在，未检测到的原因是\_\_\_\_\_。小组讨论后达成的共识是上述实验设计仍不完善，需改进装置进一步研究。

## 10. 配平下列氧化还原反应方程式





## 基本概念5——陌生方程式书写

### 【初试真题】

1. 将 S 与  $\text{Cl}_2$  的水溶液充分反应可生成两种强酸，该反应的化学方程式是

\_\_\_\_\_。

2. 铜屑放入稀硫酸中不发生反应，若在稀硫酸中加入  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，铜屑可逐渐溶解，该反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

3. 向  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中通入氯气，可制得某种生产和生活中常用的漂白、消毒的物质，同时有  $\text{NaHCO}_3$  生成，该反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

4.  $\text{FeSO}_4$  溶液与稍过量的  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液混合，得到含  $\text{FeCO}_3$  的浊液。生成  $\text{FeCO}_3$  的离子方程式是\_\_\_\_\_。

5.  $\text{Ag}_2\text{O}$  溶解在氨水中，该反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

6.  $\text{SO}_2$  与含 1.5 mol Y 的一种含氧酸（该酸的某盐常用于实验室制取氧气）的溶液在一定条件下反应，可生成一种强酸和一种氧化物，过程中恰好有  $1.5 \times 6.02 \times 10^{23}$  个电子转移，该反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

### 【高考要求】

结合信息并运用物质性质和反应规律实现物质间的转化

### 【基本思路】

1. 先根据题目信息确定主要反应物（如氧化剂、还原剂）、生成物（如氧化产物、还原产物），此时要注意反应介质的酸碱环境；
2. 如果是氧化还原反应先配平电子守恒，然后配平电荷守恒、质量守恒。

### 【过关检测】

1.  $\text{MnO}_2$  在  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解反应中作催化剂。若将适量  $\text{MnO}_2$  加入酸化的  $\text{H}_2\text{O}_2$  的溶液中， $\text{MnO}_2$  溶解产生  $\text{Mn}^{2+}$ ，该反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

2. 若  $\text{FeCO}_3$  浊液长时间暴露在空气中，会有部分固体表面变为红褐色，该变化的化学方程式是\_\_\_\_\_。

3. 碱性条件下  $\text{Cl}_2$  将  $\text{NH}_4^+$  转化为  $\text{N}_2$  的离子方程式是\_\_\_\_\_。

4. 写出  $\text{Cl}_2$  将  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  在碱性条件下氧化为  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  的化学方程式：  
\_\_\_\_\_

5.  $\text{SO}_2$  通入到  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液中产生白色沉淀和无色气体。该反应的离子方程式为  
\_\_\_\_\_

6.氮元素的氢化物和氧化物在工业生产和国防建设中都有广泛应用。

(1)  $\text{NH}_3$  与  $\text{NaClO}$  反应可得到肼( $\text{N}_2\text{H}_4$ )，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 肼可作为火箭发动机的燃料，与氧化剂  $\text{N}_2\text{O}_4$  反应生成  $\text{N}_2$  和水蒸气。

写出肼和  $\text{N}_2\text{O}_4$  反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

7.废水处理时，常用  $\text{Cl}_2$  氧化  $\text{CN}^-$  成  $\text{CO}_2$  和  $\text{N}_2$ ，若参加反应的  $\text{Cl}_2$  与  $\text{CN}^-$  的物质的量之比为 5 : 2，则该反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

8.已知  $\text{CO}$  是工业上常用的还原剂， $500^\circ\text{C}$  时，11.2 L (标准状况)  $\text{SO}_2$  在催化剂作用下与  $\text{CO}$  发生化学反应。若有  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$  个电子转移时，写出该反应的化学方程式。

\_\_\_\_\_

### 【能力提升】

1.某一反应体系有反应物和生成物微粒共六种， $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 。已知：该反应中  $\text{I}_2$  只发生如下过程： $\text{I}_2 \rightarrow \text{I}^-$ ，请回答：

(1) 该反应中的还原剂是 (填分子或离子符号) \_\_\_\_\_。

(2) 写出该反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

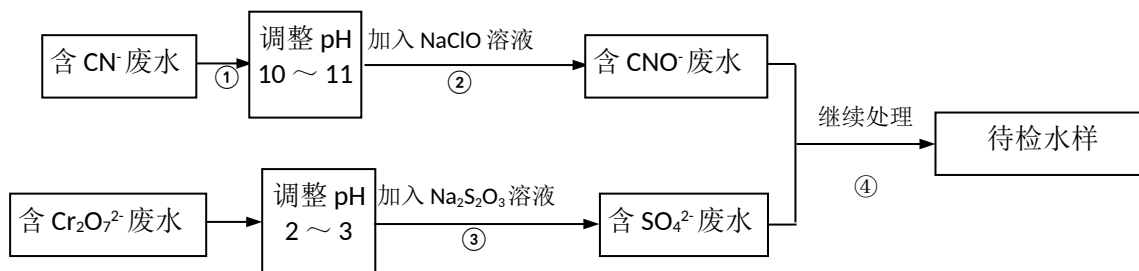
2.取  $\text{FeSO}_4$  溶液，调 pH 约为 7，加入淀粉 KI 溶液和  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，溶液呈蓝色并有红褐色沉淀生成。当消耗 2 mol  $\text{I}^-$  时，共转移 3 mol 电子，该反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

3. $n$  mol  $\text{PCl}_5$  与  $n$  mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$  在一定条件下反应，生成  $4n$  mol  $\text{HCl}$  和另一化合物，该化合物蒸气的密度是相同状况下氢气的 174 倍，该反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

4.由 S 和 Cl 形成的四原子化合物中，S 的质量分数为 47.4%。该物质极易水解生成一种淡黄色沉淀和

两种酸性气体。请写出该反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

5.某电镀铜厂有两种废水需要处理，一种废水中含有  $\text{CN}^-$  离子，另一种废水中含有  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  离子。该厂拟定如图所示的废水处理流程。

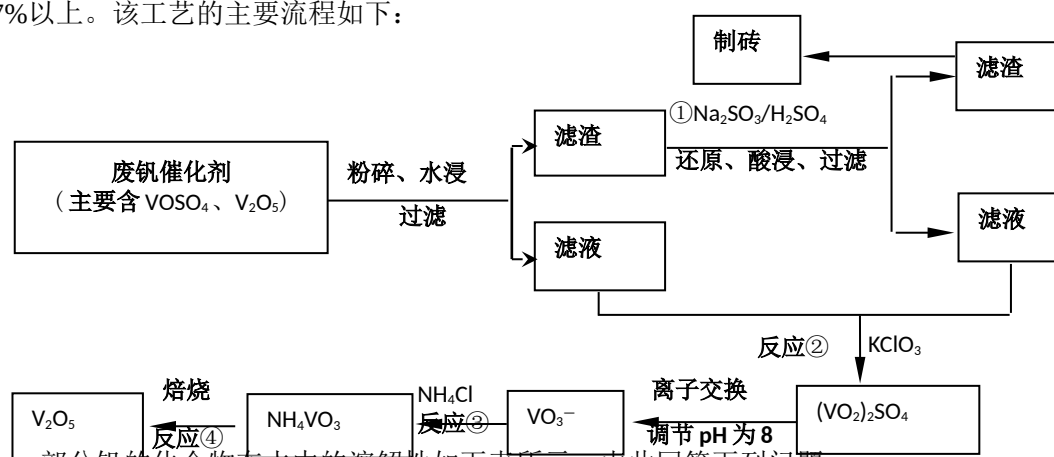


回答下列问题：

(1) ②中反应后无气体放出，该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) ③中反应时，每  $0.4 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  转移  $2.4 \text{ mol e}^-$ ，该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

6.随材料科学的发展，金属钒及其化合物得到了越来越广泛的应用。为回收利用含钒催化剂（含有  $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{VOSO}_4$  及不溶性残渣），科研人员最新研制了一种离子交换法回收钒的新工艺，回收率达 91.7% 以上。该工艺的主要流程如下：



部分钒的化合物在水中的溶解性如下表所示，由此回答下列问题：

物质	$\text{VOSO}_4$	$\text{V}_2\text{O}_5$	$\text{NH}_4\text{VO}_3$	$(\text{VO}_2)_2\text{SO}_4$
溶解性	可溶	难溶	难溶	易溶

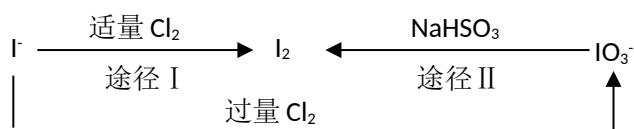
(1) 工业上由  $\text{V}_2\text{O}_5$  冶炼金属钒常用铝热剂法，其化学方程式为：\_\_\_\_\_。

(2) 反应①的化学方程式为：\_\_\_\_\_。

(3) 测定反应②溶液中钒的含量，可用已知浓度的酸化  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液滴定  $(\text{VO}_2)_2\text{SO}_4$  溶液，主要产物为  $\text{CO}_2$  和  $\text{VOSO}_4$ ，其离子方程式为：\_\_\_\_\_。

(4) 反应④的方程式为：\_\_\_\_\_。

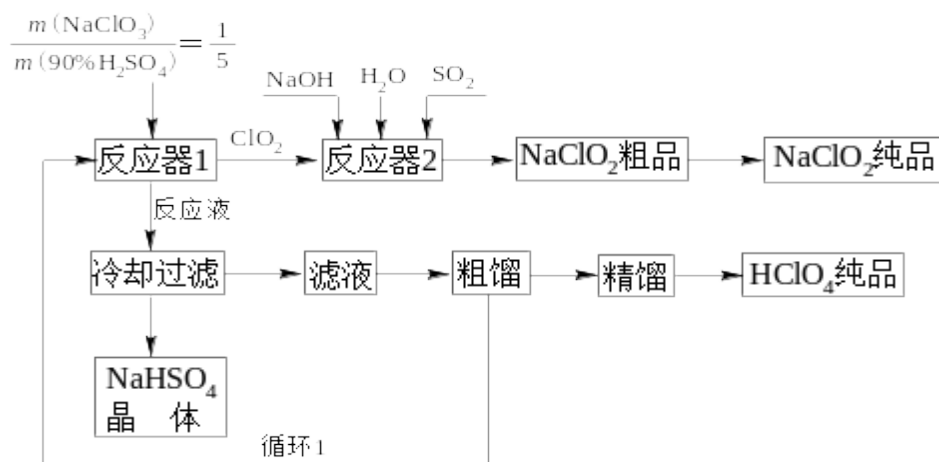
7. 碘在地壳中主要以  $\text{NaIO}_3$  的形式存在，在海水中主要以  $\text{I}^-$  的形式存在，几种粒子之间有如下转化关系：



(1) 如以海水为原料制取  $\text{I}_2$ ，加  $\text{Cl}_2$  要适量，如过量就会发生途径 III 的副反应，在该反应产物中， $\text{IO}_3^-$  与  $\text{Cl}^-$  物质的量之比为 1:6，则氧化剂和还原剂物质的量之比为\_\_\_\_\_。写出离子反应方程式\_\_\_\_\_。

(2) 如以途径 II 在溶液中制取  $\text{I}_2$ ，反应后的溶液显酸性，则反应离子方程式是\_\_\_\_\_。

8. 高氯酸 ( $\text{HClO}_4$ ) 常用于塑料、电镀、人造金刚石工业，亚氯酸钠 ( $\text{NaClO}_2$ ) 是一种新型的优良漂白剂。高氯酸联产亚氯酸钠的工艺流程如下：



(1) 反应器 1 中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 通入反应器 2 的  $\text{SO}_2$  作用是\_\_\_\_\_；

反应器 2 中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。



### 基本概念 1—物质的组成和分类 参考答案

【初试真题】1D 2A 3B 4D 5A

【考点夯实】

三、分散系

(4) 分散系分类 ① (必修一 P<sub>26</sub>) 9 种 ② 溶液、胶体、浊液

③ 常见分散系

X		Y	
Z		W	Q

	溶液	胶体	浊液
概念	一种物质分散到另一种物质中，形成均一、稳定的混合物	一种物质分散到另一种物质中，形成较均一、较稳定的混合物	一种物质分散到另一种物质中，形成不均一、不稳定的混合物
微粒直径	<1nm	介于 1nm---100nm	>100nm
外观特征	均一、稳定	较均一、较稳定	不均一、不稳定
能否通过滤纸	能	能	否
能否通过半透膜	能	否	否
实例	NaCl 溶液	Fe(OH) <sub>3</sub> 胶体	泥水或油水混合物

2. 胶体

(2) 将饱和的 FeCl<sub>3</sub> 溶液滴入沸水中，红褐色

(3) 分离提纯方法 盐析：加入无机盐让原溶质的溶解度降低而析出的方法。

(4) 胶体重要的性质

# ① 溶液与胶体

## 四、溶液

### 2. 饱和溶液与不饱和溶液

(1) 大于 (2) 等于 不能

### 3. 固体溶解度

(1) 在一温度下 100g 溶剂达到饱和时所能溶解的溶质质量 S 克

(2) 温度 【思考】KNO<sub>3</sub>; NaCl

(3)  $w = S / (S + 100)$   $c = 1000pw/M$

### 【过关检测】

1. A 2. C 3. BD 4. BCDEF 5. E, E, G 6. C 7. C 8. C 9. C 10. A 11. C

12. ① 在某一温度时 NaCl 最先达到饱和析出; Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 的溶解度随温度变化最大; NaCl 的溶解度与其他物质的溶解度有一定的差别。

② 降温前溶液中 NaCl 已达饱和; 降低过程中 NaCl 溶解度会降低, 会少量析出。重结晶。

## 基本概念 2 — 物质的变化和性质 参考答案

【初试真题】1C 2A 3B

【考点夯实】一、物质的变化 1. 物质的变化

	物理变化	化学变化
特征	没有新物质生成的变化	有新物质生成的变化
伴随现象	物质的形态、状态变化	不仅有物质的形态变化, 还常伴随有发光、发热、变色、放出气体、生成沉淀等现象
两者关系	化学变化中必有物理变化, 但物理变化中不一定有化学变化	



## 二、物质的性质

2. (2)  $\text{SO}_2$  从类别看属于酸性氧化物, 具有酸性氧化物的性质; (详见  $\text{SO}_2$  学案)

从化合价看既有氧化性又有还原性; (详见  $\text{SO}_2$  学案)

从特性看具有漂白性; (详见  $\text{SO}_2$  学案)

(3) 二氧化锰只和浓盐酸在加热时才反应; 铜和浓硫酸在加热时才反应; 硝酸和铜的反应; 铝离子和氢氧根离子; 铁遇冷浓硫酸和硝酸才钝化; 等等。

## 三、几类物质的通性

1. 几类物质的通性: 实例略, 性质一栏从上至下依次是

①碱性氧化物+酸=盐+水 ②碱性氧化物+酸性氧化物=盐 ③碱性氧化物+水=碱

②活泼金属+非氧化性酸=盐+氢气 ④酸+碱性氧化物=盐+水

④碱+盐=新碱+新盐

③金属+盐=较不活泼金属+盐

四、金属和非金属元素及其化合物认识主线: 答案略(参见必修1第三章和第四章)

## 基本概念3—离子反应 参考答案

【初试真题】1.C 2.D 3.C 4.A 5.B

5【解析】加入过量  $\text{NaOH}$  溶液加热, 得到  $0.02\text{mol}$  气体, 说明有  $\text{NH}_4^+$ , 且为  $0.02\text{mol}$ , 同时产生红褐色沉淀, 说明有  $\text{Fe}^{3+}$ , 且为  $0.02\text{mol}$ , 则没有  $\text{CO}_3^{2-}$ , 根据不溶于盐酸的  $4.66\text{g}$  沉淀, 说明有  $\text{SO}_4^{2-}$ , 且为  $0.02\text{mol}$ , 据电荷守恒可知一定有  $\text{Cl}^-$ , 至少有  $0.04\text{mol}$ 。

### 【考点夯实】

一、1. 离子

3. (1) 实际参加反应的离子符号 (2) 某一个具体的化学反应 同一类型的离子反应

4. 【例1】B 【例2】B 【例3】 $\text{Ba}(\text{OH})_2$

(3) 答案略(详见选修1-P87-89)

【例4】 $2\text{CN}^- + 5\text{Cl}_2 + 8\text{OH}^- = 2\text{CO}_2\uparrow + \text{N}_2\uparrow + 10\text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

三、【例5】①  $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

②  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$  ③  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

④  $\text{NH}_4^+ + \text{H}^+ + 2\text{OH}^- = \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  ⑤  $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$  ⑥  $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3^-$

【例6】

- ① 向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入少量  $\text{Cl}_2$  时:  $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$   
 ② 向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入过量  $\text{Cl}_2$  时:  $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$   
 ③  $\text{FeBr}_2$  与等物质的量  $\text{Cl}_2$  反应:  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^-$

【例 7】① 当 Fe 粉少量时, 反应的离子方程式是:  $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Fe}^{3+} + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

② 当 Fe 粉过量时, 反应的离子方程式是:  $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

【例 8】D [解析] 稀硝酸与铜反应生成 NO 而不是  $\text{NO}_2$ , A 项错误;  $\text{NH}_3$  和  $\text{Fe}^{2+}$  都能与  $\text{OH}^-$  反应, NaOH 溶液过量时, 离子方程式应为  $\text{Fe}^{2+} + 4\text{OH}^- + 2\text{NH}_3 = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ , B 项错误;  $\text{CH}_3\text{COOH}$  为弱酸, 在离子方程式中不能拆分成离子, C 项错误;  $\text{NaAlO}_2$  溶液中通入过量的  $\text{CO}_2$  时, 生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  和  $\text{NaHCO}_3$ , D 项正确

2.

离子	$\text{S}^{2-}$	$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{I}^-$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Cl}^-(\text{H}^+)$
$\text{MnO}_4^- (\text{H}^+)$	√	√	√	√	√
$\text{ClO}^-$	√	√	√	√	√
$\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$	√	√	√	√	×
$\text{Fe}^{3+}$	√	√	√	×	×

3. 因  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SCN}^-$  =

$\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SCN}^-$  不能大量共存。

5. 注意题干中的常见“陷阱”

条件类型	高考中的常见表述	误点点悟
常见的限制条件	“无色”	有色离子不能大量存在, 如: $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$ (黄) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙)、 $\text{Cr}^{3+}$ (绿)
	“pH=1”或“pH=13”	溶液显酸性或碱性
	因发生氧化还原反应而不能大量共存	只能是氧化性离子和还原性离子不能大量共存, 不包括因其他类型反应而不能共存的离子
常见的易错点	“透明”	“透明”也可“有色”
	“不共存”	易看成“共存”
常见的隐含条件	“与 Al 反应放出 $\text{H}_2$ ”	溶液既可能显强酸性也可能显强碱性。
	“由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ”	溶液既可能显酸性也可能显碱性
	“通入足量的 $\text{NH}_3$ ”	与 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 反应的离子不能大量存在
常见题干要求	(1) “一定大量共存” (2) “可能大量共存”	审清关键字“一定、可能、不能”

	(3) “不能大量共存”	
--	--------------	--

【例9】B [解析] 由气体1的性质及生成过程知原试液中含有 $\text{NH}_4^+$ ；因为在碱性条件下，由气体2的性质及生成过程、题给反应信息知试液中含有 $\text{NO}_3^-$ ；由沉淀1的性质知其成分为 $\text{BaSO}_4$ 与 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，故原试液中含有 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ；沉淀2中肯定含有 $\text{BaCO}_3$ ，由已知信息无法确定溶液中是否含有 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 。综合前述分析知A、C、D项正确，B项错误。

【过关检测】1C 2A 3B 4C 5B 6D 7D 8B 9A 10B

11.①不能 氧化还原反应 在 $\text{H}^+$ 存在的条件下 $\text{MnO}_2$ 与 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 发生反应

②不能 氧化还原反应  $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{SO}_2\uparrow + \text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

③不能 氧化还原反应  $\text{HNO}_3$ 可以氧化 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 分别生成 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$ 。

④能  $\text{HNO}_3$ 不能氧化 $\text{Cl}^-$ 。

⑤不能 氧化还原反应  $\text{ClO}^-$ 能氧化 $\text{S}^{2-}$ ，与溶液的酸碱性无关

⑥不能 复分解反应  $\text{OH}^- + \text{HSO}_3^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

⑦不能 复分解反应  $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS}\downarrow$

⑧不能 氧化还原反应  $2\text{Fe}^{3+} + \text{S}^{2-} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{S}\downarrow$

12.正确的是(7) (9) (11) (18) (20)

### 【总结与反思】

(1) 质量或电荷或电子不守恒。例(1、8、17)。(2) 拆分不对。例(2、12、13)。

(3) 与反应事实不相符合，如写错产物或漏掉某个离子反应。例(3、5、6、10)。

(4) 离子反应发生在水溶液中，否则就不能写离子方程式。如铜与浓硫酸、氯化铵固体和氢氧化钙固体、氯气和石灰乳反应等。

(5) 乱用 $\uparrow$ 、 $\downarrow$ 、 $=$ 、 $\rightleftharpoons$ 符号。例 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 水解写成 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 。(16)

(6) 多步水解或电离的方程式一步完成或水解与电离方程式分不清楚。

例 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 水解写成： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{OH}^-$ ，

亚硫酸电离写成： $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ ，

$\text{NaHCO}_3$ 水解写成电离： $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ 。

(7) 与量有关的离子方程式中物质的配比不符合题设要求。例(4、14、15、19)。

### 【能力提升】

1.A 2.D 3.C 4.BD 5.B

5B 溶液无色则无 $\text{MnO}_4^-$ ，D错；由①知有 $\text{CO}_3^{2-}$ 则A错；有 $\text{CO}_3^{2-}$ 则无 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 则C错；

6. (1)  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  (2)  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3)  $\text{SO}_4^{2-}$   $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；  $\text{CO}_3^{2-}$   $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

(4) 有，根据已经确定的离子负电荷总数多于正电荷总数，确定有  $\text{K}^+$ 。

解析：由题推知

离子	$\text{NH}_4^+$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CO}_3^{2-}$
物质的量浓度 ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	0.5	0.1	0.2

则溶液中阳离子所带正电荷总浓度为  $0.5 \times 1 = 0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，阴离子所带负电荷总浓度为  $0.1 \times 2 + 0.2 \times 2 = 0.6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，故一定有  $\text{K}^+ \geq 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

7. ①④⑤ ②

8. (1) ①说明可能含有  $\text{CO}_3^{2-}$  或者含有  $\text{SO}_3^{2-}$  或者含有  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{SO}_3^{2-}$ ，因为二者水解均显碱性；

②肯定含有  $\text{CO}_3^{2-}$ ，肯定不含  $\text{SO}_3^{2-}$ ，因  $\text{SO}_2$  有刺激性气味；

③肯定不含有  $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ ，因两者与氯水反应后分别生成单质溴和碘，溴和碘单质溶解于  $\text{CCl}_4$  显色；

④肯定含有  $\text{SO}_4^{2-}$ ，因  $\text{BaSO}_4$  不溶于盐酸；

⑤肯定含有  $\text{Cl}^-$ ，因  $\text{AgNO}_3$  与  $\text{Cl}^-$  反应生成的  $\text{AgCl}$  不溶于稀  $\text{HNO}_3$ ； (2)  $\text{NO}$

9.  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ；  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$

10. (1) A.  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{NH}_3$  E.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  F.  $\text{AgNO}_3$  C.  $\text{BaCl}_2$

若 C 作为不能确定的溶液，进一步鉴别的方法合理，同样给分

(2) B.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  或  $\text{K}_2\text{CO}_3$  用洁净的铂丝蘸取少量 B，在酒精灯火焰中灼烧，若焰色呈黄色则 B 为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液；若透过蓝色钴玻璃观察焰色呈紫色，则 B 为  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液。

D.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  或  $\text{MgSO}_4$  取少量 D，向其中滴加  $\text{NaOH}$  溶液有沉淀生成，继续滴加过量的  $\text{NaOH}$  溶液，若沉淀溶解，则 D 为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液，若沉淀不溶解，则 D 为  $\text{MgSO}_4$  溶液。

【解析】

(I) 由题干可知 A 和 E 不是盐，纯 E 为无色油状液体，知 E 为硫酸 (③步操作进一步确定)；

(II) 由题干和 ①步操作知 A 为氨水； (III) 由 ②步操作知 F 中  $\text{Ag}^+$  发生的反应为  $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} = \text{AgOH}\downarrow + \text{NH}_4^+$ ；  
 $\text{AgOH} + 2\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ；而常见的盐中只有  $\text{AgNO}_3$  可溶于水，故 F 为  $\text{AgNO}_3$ ； (IV) 由 ③步操作可知 B 中阴离子应为  $\text{CO}_3^{2-}$ ，由于此无色无味的气体只能是  $\text{CO}_2$ ，B、C、D 中能生成沉淀说明不能是  $\text{HCO}_3^-$ ，而阳离子可是常见的  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$  等待定。 (V) 同样由 ②步操作 D 中能与氨水生成沉淀的无色溶液中常见的阳离子为  $\text{Mg}^{2+}$  或  $\text{Al}^{3+}$ ，而阴离子需待下步反应再确定； (VI) 由 ④步操作生成的沉淀可能为  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$ 、 $\text{AgI}$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{SiO}_3$  (不合理) 等，但限于题干所述中学常用试剂，则沉淀应为  $\text{AgCl}$  和  $\text{BaSO}_4$ ，才不溶于  $\text{HNO}_3$ ，一个是与  $\text{AgNO}_3$  结合生成的沉淀，一个是与硫酸结合形成的沉淀，故 C 应该同时含有  $\text{Ba}^{2+}$  和  $\text{Cl}^-$  即，C 为  $\text{BaCl}_2$ ，进而推出 D 中阴离子应该为  $\text{SO}_4^{2-}$ ，因为题干所述盐溶液中

阴离子均不同，故 D 为  $\text{MgSO}_4$  或  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

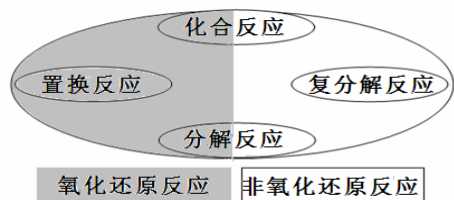
## 基本概念 4——氧化还原反应 参考答案

【初试真题】1. D 2. A 3. B 4. D

### 【考点夯实】

- 一、1. (1) 实质是有电子转移(包括电子的得失和共用电子对偏移)的反应。  
(2) 特征是反应前后元素化合价的改变。凡是有元素化合价升降的化学反应都是氧化还原反应。  
(3) 必须相等；即质量守恒。

2.



- 二、电子转移略 1.  $2\text{M} + \text{X}_2 = 2\text{MX}$ ; 2.  $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\uparrow$ ;  
3.  $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + \text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ; 4.  $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$   
5.  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ; 6.  $2\text{I}^- + 2\text{Fe}^{3+} = \text{I}_2 + 2\text{Fe}^{2+}$   
7.  $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; 8.  $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$   
9.  $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

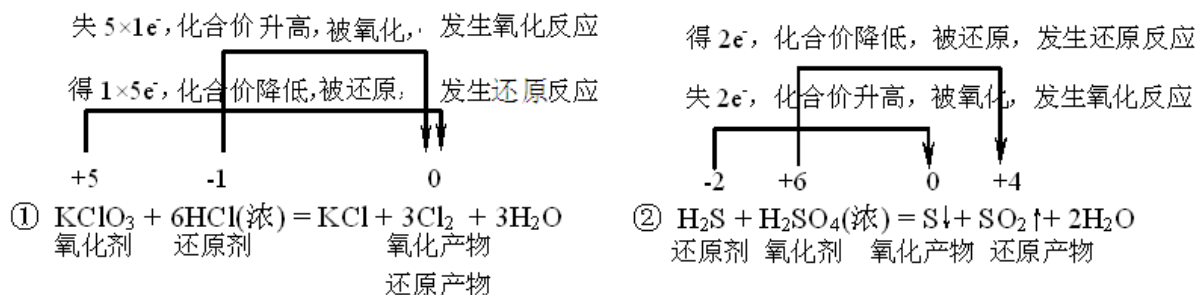
1.  $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2\uparrow$ ; 2.  $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2, \Delta} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2\uparrow$  3.  $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow$   
1.  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ; 2.  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$   
3.  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$  4.  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$ ;  
5.  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$  6.  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

三、【例 1】 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$ ， $\text{Cu}$ 、 $\text{Cl}^-$ ， $\text{HCl}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{S}$ 。

【例 2】答案 A  $5\text{NH}_4\text{NO}_3 = 2\text{HNO}_3 + 4\text{N}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$

【例 3】+2

【例 4】



四、1. (强)(弱); (弱)(强)

2. 同周期元素从左到右: 逐渐减弱; 逐渐增强, 还原性; 氧化性。

同主族元素从上到下: 逐渐增强; 逐渐减弱, 还原性; 氧化性。

3. 氧化剂的氧化性 > 氧化产物的氧化性; 还原剂的还原性 > 还原产物的还原性

4. Fe 分别与  $Cl_2$ 、S 在加热条件下的反应——产物分别为  $FeCl_3$  和  $FeS$

5. 【例 5】还原性:  $Na_2SO_3 > H_2SO_3 > SO_2$

【例 6】(1)  $MnO_2 + 4HCl(浓) \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$

(2)  $2KMnO_4 + 16HCl(浓) = 5Cl_2 \uparrow + 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O$

(3)  $4HCl + O_2 \xrightarrow[CuCl_2]{\Delta} 2Cl_2 + 2H_2O$  氧化能力:  $KMnO_4 > MnO_2 > O_2$

6. (1) (流出, 流入。负极金属 > 正极金属)

(2) (阳离子 氧化性, 阴离子 还原性)

【例 7】 $2KMnO_4 + 16HCl = 2MnCl_2 + 2KCl + 5Cl_2 + 8H_2O$

【例 8】 $3S_x^{2-} + (3x+1)BrO_3^- + 6(x-1)OH^- = 3xSO_4^{2-} + (3x+1)Br^- + 3(x-1)H_2O$

【过关检测】

1. C 2. B 3. AC 4. D 5. B

6. (1)  $5R_xO_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ = 5xRO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$ ; (2)  $x=2$ ; (3)  $n(H^+) = 0.64mol$ ;

7. 2mol

8. (1) ①  $BaCl_2$

②  $H_2$ 、 $Cl_2$   $2NaClO_3 + 4HCl = 2ClO_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow + 2NaCl + 2H_2O$

(2)  $1C_6H_{12}O_6 + 24NaClO_3 + 12H_2SO_4 = 24ClO_2 \uparrow + 6CO_2 \uparrow + 18H_2O + 12Na_2SO_4$

(3) 2.5

9.

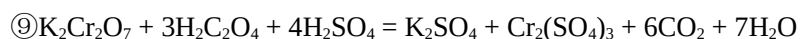
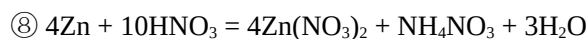
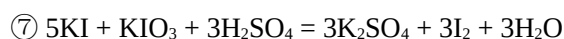
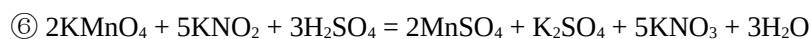
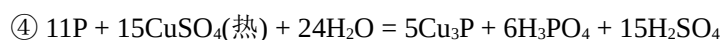
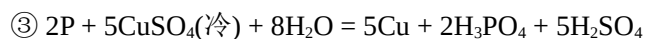
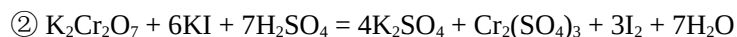
(1) 不符合氧化还原反应原理

(2) ① 装置气密性良好 ② 避免对产物  $O_2$  的检验产生干扰; 移动酒精灯预热硬质玻璃管



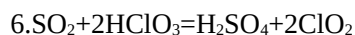
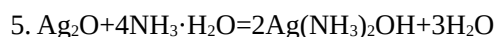
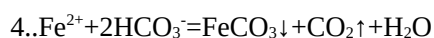
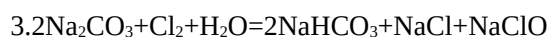
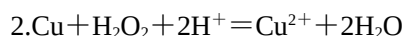
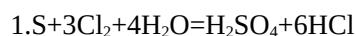
(3) ① 乙 ②  $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{O}_2$ 在通过装置 B 时已参与反应。

10.

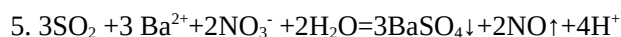
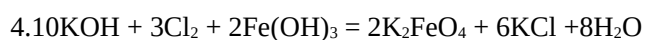
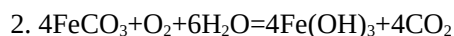
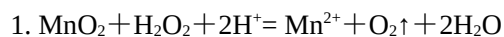


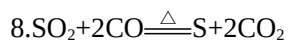
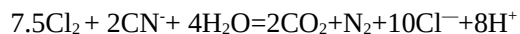
### 基本概念 5——陌生方程式书写方法 参考答案

#### 【初试真题】



#### 【过关检测】





### 【能力提升】

