



# 第一章 物质及其变化

## 第一节 物质的分类及转化



### 知识梳理

#### 知识点1 物质的分类

##### 1. 同素异形体

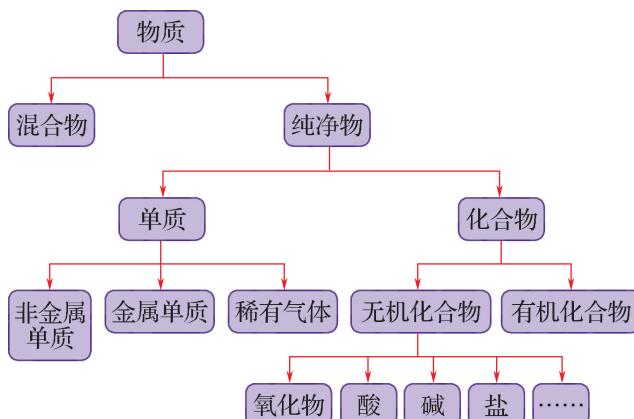
由同一种元素形成的几种性质不同的单质，叫做这种元素的同素异形体。

例如，金刚石、石墨和  $C_{60}$  是碳元素的同素异形体；氧气和臭氧( $O_3$ )是氧元素的同素异形体等。

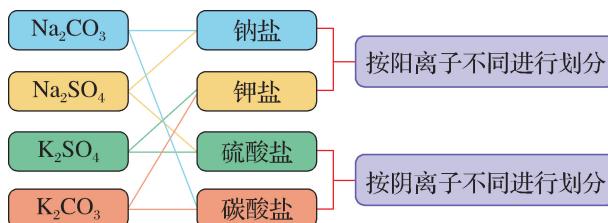
##### 2. 根据物质的组成和性质分类

###### (1) 根据物质的组成分类

###### ① 树状分类法



###### ② 交叉分类法



###### (2) 根据物质的性质分类

以氧化物为例，按氧化物的性质分类如下：

① **酸性氧化物**：能与碱反应生成盐和水的氧化物，如  $CO_2$ 、 $SO_3$  等。

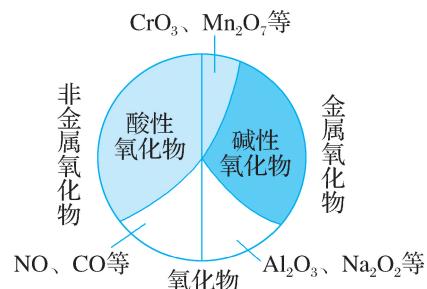
② **碱性氧化物**：能与酸反应生成盐和水的氧化物，如  $CaO$ 、 $MgO$  等。

③ **两性氧化物**：既能与酸反应生成盐和水，又能与

碱反应生成盐和水的氧化物，如  $Al_2O_3$  等。

④ **不成盐氧化物**：既不能与酸反应生成盐和水，又不能与碱反应生成盐和水的氧化物，如  $CO$ 、 $NO$  等。

(💡) 氧化物按组成元素还可分为金属氧化物和非金属氧化物，大多数非金属氧化物属于酸性氧化物，而大多数金属氧化物属于碱性氧化物。各类氧化物之间的关系如图所示。

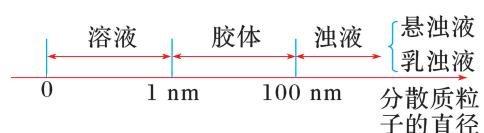


##### 3. 分散系及其分类

(1) **分散系**：一种(或多种)物质以粒子形式分散到另一种(或多种)物质中所形成的混合物，叫做分散系，其中被分散成粒子的物质叫做分散质，另一种物质叫做分散剂。

###### (2) 分散系的分类

分散质粒子的直径小于  $1\text{ nm}$  的是溶液，大于  $100\text{ nm}$  的是乳浊液或悬浊液，而分散质粒子的直径为  $1\sim 100\text{ nm}$  的分散系是胶体。



(💡) 本质区别：分散质粒子的直径大小不同。

###### (3) 胶体的分类

按照分散剂的不同，胶体可分为液溶胶、气溶胶和固溶胶。

分散剂是液体的，叫做液溶胶，如  $Fe(OH)_3$  胶体；

分散剂是气体的，叫做气溶胶，如云、雾；

分散剂是固体的,叫做固溶胶,如有色玻璃。

#### (4) 胶体的性质——丁达尔效应

当光束通过胶体时,可以看到一条光亮的“通路”,而光束通过溶液时,则看不到此现象。这条光亮的“通路”是由于胶体粒子对光线散射(光波偏离原来的方向而分散传播)形成的,叫做丁达尔效应。

① 丁达尔效应可被用来区分胶体和溶液。

#### (5) $\text{Fe(OH)}_3$ 胶体的配制

向沸水中逐滴滴加饱和  $\text{FeCl}_3$  溶液,继续煮沸至液体呈红褐色,停止加热,即可得到  $\text{Fe(OH)}_3$  胶体。反应的化学方程式为  $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe(OH)}_3$  (胶体) + 3HCl。

## 知识点 2 物质的转化

### 1. 酸、碱、盐的性质

① 酸的主要化学性质:与指示剂作用、与活泼金属反应、与碱性氧化物反应、与碱反应、与某些盐反应。不同的酸具有相似的化学性质的原因是不同的酸溶液中都含有  $\text{H}^+$ 。

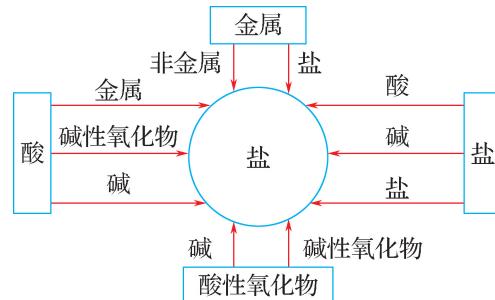
② 碱的主要化学性质:与指示剂作用、与酸性氧化物反应、与酸反应、与某些盐反应。不同的碱具有相似

的化学性质的原因是不同的碱溶液中都含有  $\text{OH}^-$ 。

③ 盐的主要化学性质:与某些酸、某些碱和某些盐反应,同一类盐具有相似的化学性质的原因是同一类盐在组成上含有相同的阴离子或阳离子。

## 2. 物质的转化

① 单质、氧化物、酸、碱和盐之间的转化关系如图所示。



② 根据物质的组成和性质以及物质之间的转化关系可确定制取某类物质的可能方法。如要想制取某种碱,通常可以采取两种方法:碱性氧化物与水发生反应;盐与另一种碱发生反应。

③ 在工业生产中还要考虑原料来源、成本高低和设备要求等因素。



## 释疑解惑

**问题 1**  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$  互为同素异形体吗?

**提示** 不互为同素异形体。同素异形体是同种元素形成的不同单质之间的互称,而  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  为化合物。

**问题 2**  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  都属于盐吗?

**提示** 属于。 $\text{NaHCO}_3$  是酸式盐, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  是碱式盐。

**问题 3** 非金属氧化物一定是酸性氧化物,金属氧化物一定是碱性氧化物。这句话对吗?

**提示** 不对。酸性氧化物不一定是非金属氧化物,如  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ 、 $\text{CrO}_3$  等属于酸性氧化物,非金属氧化物不一定都是酸性氧化物,如  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}$  等属于不成盐氧化物;碱

性氧化物一定是金属氧化物,但金属氧化物不一定是碱性氧化物,如  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  是酸性氧化物, $\text{Al}_2\text{O}_3$  是两性氧化物。

**问题 4** 鸡蛋清溶液、淀粉溶液是否均具有丁达尔效应?

**提示** 是。二者虽均被称为“溶液”,但二者分散质粒子的直径均在  $1\text{~}100\text{ nm}$ ,具有丁达尔效应。

**问题 5** 明矾净水与胶体之间有什么联系?

**提示** 明矾溶液中存在  $\text{Al}^{3+}$ ,一部分  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体, $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体具有吸附性,能吸附水中的悬浮颗粒物并沉降。



## 考向突破

### 考向 1 ▶ 同素异形体概念辨析

**例 1** [2025 河北石家庄麒麟中学月考]下列关于同素异形体的说法正确的是 ( )

- A. 红磷转化为白磷属于物理变化
- B. 石墨导电,金刚石不导电,故二者不互为同素异形体

C.  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$  的分子式不同,但结构相同

D.  $\text{S}_2$ 、 $\text{S}_4$ 、 $\text{S}_8$  都是硫元素的同素异形体

**【探索过程】** 红磷与白磷互为同素异形体,属于不同物质,它们之间的转化属于化学变化,A 错误;石墨和金刚石互为同素异形体,同素异形体的物理性质一般

不同, B 错误;  $O_2$  和  $O_3$  的分子式不同, 结构也不同, C 错误;  $S_2$ 、 $S_4$ 、 $S_8$  都是硫元素的不同单质, 它们互为同素异形体, D 正确。

【答案】D

## 考点 2 ► 物质的分类

例 2 [2025 河北石家庄第二十三中月考] 下列关于物质的分类正确的是 ( )

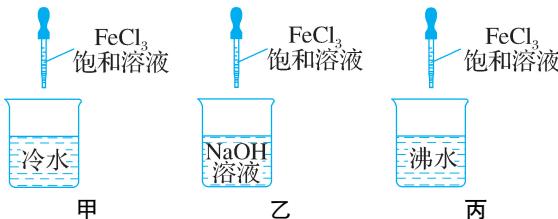
选项	碱	酸	盐	碱性氧化物	酸性氧化物
A	纯碱	$H_2SO_4$	$Cu_2(OH)_2CO_3$	$CO_2$	$SO_3$
B	$Ba(OH)_2$	HCl	NaCl	$Na_2O$	CO
C	氨水	HClO	$NaHCO_3$	MgO	$CO_2$
D	KOH	$HNO_3$	$CaCO_3$	CaO	$SO_2$

【探索过程】纯碱是  $Na_2CO_3$ , 属于盐,  $CO_2$  是酸性氧化物, A 错误; CO 是不成盐氧化物, B 错误; 氨水是混合物, C 错误。

【答案】D

## 考点 3 ► 胶体的性质及制备

例 3 [2025 广东广州北师大广州实验学校月考] 将少量饱和  $FeCl_3$  溶液分别滴加到下列物质中, 得到三种分散系甲、乙、丙(如图所示)。



(1) 将丙继续加热煮沸至液体呈红褐色, 停止加热, 反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(2) 如何用最简单的方法判断丙中是否成功制备出胶体? \_\_\_\_\_。

(3) 向经过检验后的丙中逐滴加入盐酸, 会出现一系列变化。

① 先出现和乙中相同的现象: \_\_\_\_\_;

② 随后发生变化得到和甲相同的溶液, 该反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

【探索过程】少量饱和  $FeCl_3$  溶液加入冷水中形成溶液, 加入  $NaOH$  溶液中会产生  $Fe(OH)_3$  沉淀, 形成浊液, 加入沸水中继续煮沸至液体呈红褐色, 停止加热, 得到  $Fe(OH)_3$  胶体。

(2) 根据丁达尔效应可以区分胶体和溶液, 因此利用丁达尔效应可以判断胶体是否制备成功。

(3) 向胶体中滴加电解质溶液, 会发生聚沉现象, 则向丙中滴加盐酸,  $Fe(OH)_3$  胶体转化为红褐色的  $Fe(OH)_3$  沉淀; 继续滴加盐酸,  $Fe(OH)_3$  与盐酸反应, 红褐色的  $Fe(OH)_3$  沉淀逐渐溶解, 得到  $FeCl_3$  溶液。

【答案】(1)  $FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe(OH)_3$  (胶体) + 3HCl

(2) 利用丁达尔效应, 用一束光照射丙中所得液体, 从与光线垂直的方向观察是否有一条光亮的“通路”出现。

(3) ① 产生红褐色沉淀



## 考点 4 ► 物质的转化

例 4 [2025 江苏苏州黄埭中学月考] 物质间的转化体现了化学核心素养之一——变化观念。下列物质之间的转化不能一步实现的是 ( )

A.  $Na_2CO_3 \rightarrow NaOH$     B.  $CaCO_3 \rightarrow CaO$   
C.  $NaCl \rightarrow NaNO_3$     D.  $CuO \rightarrow Cu(OH)_2$

【探索过程】 $Na_2CO_3$  与  $Ba(OH)_2$  反应生成  $NaOH$  和  $BaCO_3$  沉淀, A 不符合题意;  $CaCO_3$  受热分解生成  $CaO$  和  $CO_2$ , B 不符合题意;  $NaCl$  与  $AgNO_3$  反应生成  $NaNO_3$  和  $AgCl$  沉淀, C 不符合题意;  $CuO$  与  $HCl$  反应生成  $CuCl_2$  和  $H_2O$ ,  $CuCl_2$  与  $NaOH$  反应生成  $Cu(OH)_2$  沉淀和  $NaCl$ , 不能一步实现转化, D 符合题意。

【答案】D

## 第二节 离子反应

### 知识梳理

**化合物**。常见的酸、碱、盐和水都属于电解质。

(2) 非电解质: 在水溶液里和熔融状态下都不导电的化合物, 如  $CO_2$ 、 $NH_3$ 、乙醇等。

### 知识点 1 电解质

#### 1. 电解质与非电解质

(1) 电解质: 在水溶液里或熔融状态下能够导电的

## 2. 电解质的电离

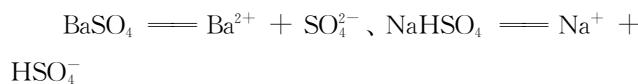
① 电解质溶于水或受热熔化时,形成自由移动的离子的过程叫做电离。

② 电解质的电离可以用电离方程式表示。

如在水溶液中:



在熔融状态下:



③ NaHSO<sub>4</sub> 在水溶液中和熔融状态下的电离方程式不同。

## 知识点2 离子反应

1. 离子反应:电解质在溶液中的反应实质上是离子之间的反应,这样的反应属于离子反应。



### 释疑解惑

问题1 纯水不导电,故水不属于电解质。该观点是否正确?

提示 不正确。纯水并非完全不导电,纯水能发生微弱的电离,水是一种极弱的电解质。

问题2 液氨中存在  $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$ ,故液氨属于电解质。该观点是否正确?

提示 不正确。液氨的电离程度比水的电离程度弱,高中阶段一般认为液氨属于非电解质。

问题3 举例说明离子方程式书写时粒子的拆分原则是什么?

提示 “少数服从多数”原则。如 NaHCO<sub>3</sub> 溶液中 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的电离程度很小,主要以 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 存在,故 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 不能拆开书写;常温下 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 氨水的电离度为



### 考向突破

#### 考向1 ▶ 电解质概念辨析

例1 [2025湖南长沙金海高级中学月考]下列状态下的物质既能导电,又属于电解质的是 ( )

A. 铜丝      B. 盐酸  
C. 熔融 NaCl      D. NaHCO<sub>3</sub> 固体

【探索过程】铜可以导电,但铜是单质,不属于电解质,

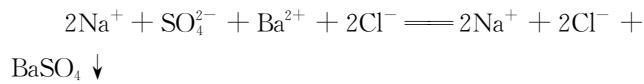
2. 离子方程式:用实际参加反应的离子符号来表示反应的式子叫做离子方程式。

3. 离子方程式书写的一般步骤(以 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液与 BaCl<sub>2</sub> 溶液的反应为例)

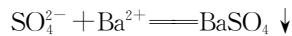
① 写:写出反应的化学方程式。



② 拆:把易溶于水且易电离的物质(如强酸、强碱和大部分可溶性盐)写成离子形式,难溶的物质、气体和水等仍用化学式表示。



③ 删:删去方程式两边不参加反应的离子。



④ 查:检查离子方程式两边各元素的原子个数和电荷总数是否相等、反应条件、沉淀(气体)符号是否标注等。

4. 离子方程式的意义:离子方程式不仅可以表示某个具体的化学反应,还可以表示同一类型的离子反应。

1. 33%,故 NH<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O 不能拆开书写;澄清石灰水中的 Ca(OH)<sub>2</sub> 主要以 Ca<sup>2+</sup> 和 OH<sup>-</sup> 形式存在,所以拆分成 Ca<sup>2+</sup> + 2OH<sup>-</sup>,而石灰乳则按化学式 Ca(OH)<sub>2</sub> 书写。

问题4 举例说明离子不能大量共存的原因是什么?

提示 离子不能大量共存的原因是离子之间能发生复分解反应生成气体、沉淀或其他难电离的物质;离子之间发生氧化还原反应。(1)发生复分解反应生成气体,如 H<sup>+</sup> 与 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 反应生成 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O,生成沉淀,如 Ag<sup>+</sup> 与 Cl<sup>-</sup> 反应生成 AgCl,生成难电离的物质,如 H<sup>+</sup> 与 CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> 反应生成 CH<sub>3</sub>COOH、OH<sup>-</sup> 与 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 反应生成 H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、Fe<sup>3+</sup> 与 SCN<sup>-</sup> 反应生成 Fe(SCN)<sub>3</sub>。(2)发生氧化还原反应,如 Fe<sup>2+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、H<sup>+</sup> 反应生成 Fe<sup>3+</sup>、NO 和 H<sub>2</sub>O(下节内容学习)。

A 不符合题意;盐酸可以导电,但盐酸是混合物,不属于电解质,B 不符合题意;熔融 NaCl 中含有可自由移动的离子,能导电,属于电解质,C 符合题意;NaHCO<sub>3</sub> 属于电解质,但 NaHCO<sub>3</sub> 固体中的离子不能自由移动,不能导电,D 不符合题意。

【答案】C

## 考点2 ▶ 离子方程式的书写

例(2) [2025 黑龙江齐齐哈尔衡齐高级中学月考]下列离子方程式书写正确的是 ( )

A. 用小苏打治疗胃酸过多:  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

B.  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液与稀硫酸反应:  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

C.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  溶液与  $\text{NaOH}$  溶液混合:  $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

D. 将铜片插入  $\text{AgNO}_3$  溶液中:  $\text{Cu} + \text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Ag}$

**【探索过程】**  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{HCl}$  反应生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 离子方程式为  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , A 正确;  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀和  $\text{H}_2\text{O}$ , 离子方程式为  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ , B 错误;  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  反应生成  $\text{CaCO}_3$  沉淀, 若  $\text{NaOH}$  的量不足, 离子方程式为  $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ , 若  $\text{NaOH}$  过量, 离子方程式为  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ , C 错误;  $\text{Cu}$  与  $\text{AgNO}_3$  反应生成  $\text{Ag}$  与  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , 离子方程式为  $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ , D 错误。

**【答案】**A

## 考点3 ▶ 溶液中离子的共存问题

例(3) [2025 湖南岳阳汨罗一中月考]常温下, 下列各组离子能在指定溶液中大量共存的是 ( )

A. 透明溶液:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

B. 强酸性溶液:  $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$

C. 小苏打溶液:  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{Cl}^-$

D. 强碱性溶液:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$

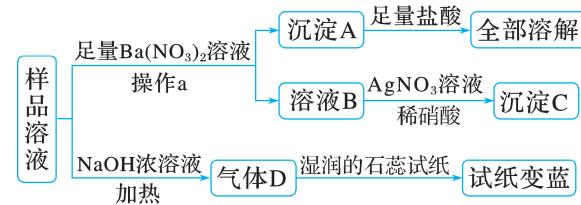
**【探索过程】** 含  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液是蓝色透明液体, 透明溶液不一定是无色溶液, 且  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  相互之间不反应, 能大量共存, A 符合题意; 强酸性溶液中,  $\text{H}^+$  可与  $\text{CO}_3^{2-}$  反应生成  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$ , 不能大量

共存, B 不符合题意; 小苏打溶液中,  $\text{HCO}_3^-$  可与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_3^{2-}$ , 不能大量共存, C 不符合题意; 强碱性溶液中,  $\text{OH}^-$  可与  $\text{Al}^{3+}$  反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀, 不能大量共存, D 不符合题意。

**【答案】**A

## 考点4 ▶ 离子的检验与鉴别

例(4) [2025 陕西西安华山中学月考]某固体混合物中可能含有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{CO}_3^{2-}$ , 将该固体混合物溶于水配成溶液, 取两份样品溶液进行如图所示的实验。已知:  $\text{NH}_3$  可使湿润的石蕊试纸变蓝。



回答下列问题。

(1) 沉淀 A 的化学式为  $\text{BaCO}_3$ , 沉淀 A 中加入足量盐酸, 沉淀全部溶解的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(2) 生成沉淀 C 的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(3) 混合物中一定存在的离子有  $\text{Cl}^-$  和 \_\_\_\_\_, 一定不存在的离子有 \_\_\_\_\_, 可能存在的离子是 \_\_\_\_\_。

**【探索过程】** 样品溶液与足量  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  反应生成的沉淀 A 可全部溶于足量盐酸, 则沉淀 A 为  $\text{BaCO}_3$ , 样品溶液中一定含  $\text{CO}_3^{2-}$ , 不含  $\text{SO}_4^{2-}$ ; 溶液 B 与  $\text{AgNO}_3$  溶液反应生成不溶于硝酸的沉淀 C, 则沉淀 C 为  $\text{AgCl}$ , 可知样品溶液中一定含  $\text{Cl}^-$ ; 另一份溶液与  $\text{NaOH}$  浓溶液加热生成的气体能使湿润的石蕊试纸变蓝, 说明生成了  $\text{NH}_3$ , 则样品溶液中含  $\text{NH}_4^+$ , 不能确定是否含有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 。

**【答案】**(1)  $\text{BaCO}_3$   $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$  (2)  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$  (3)  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$   $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$

## 第三节 氧化还原反应



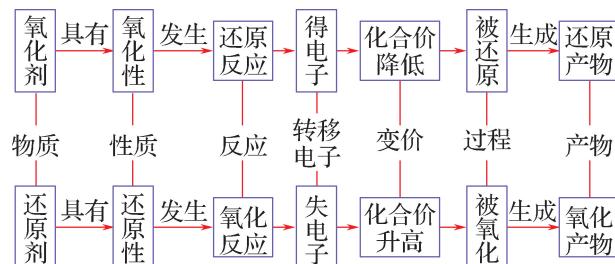
## 知识梳理

## 知识点1 氧化还原反应

1. 定义: 反应过程中有元素化合价升降的反应称为氧化还原反应。

2. 本质: 反应过程中有电子的转移(电子得失或共用电子对偏移)。

## 知识点2 氧化还原反应中各概念之间的相互关系



1. 在氧化还原反应中,氧化剂和还原剂可以是不同种物质,也可以是同一种物质。

2. 氧化还原反应中,氧化剂得电子的总数一定等于还原剂失电子的总数。

3. 氧化还原反应方程式的配平步骤。

① 标变价:标明反应前后变价元素的化合价。

② 列得失:列出元素得失电子的数值。

③ 求总数:通过求最小公倍数使化合价升降总值相等。

④ 配系数:确定氧化剂、还原剂、氧化产物和还原产物的化学计量数。

⑤ 查守恒:检查是否符合质量守恒和电荷守恒(对于离子方程式)。

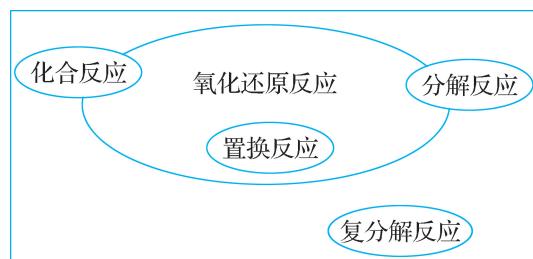
💡 氧化还原反应配平的三大原则:质量守恒、得失电子守恒和电荷守恒(对于离子方程式)。



## 释疑解惑

问题1 复分解反应一定不是氧化还原反应;置换反应一定是氧化还原反应;分解反应与化合反应可能是氧化还原反应。该观点是否正确?

提示 正确。复分解反应没有元素化合价变化,一定不是氧化还原反应;置换反应一定有元素化合价发生变化,一定是氧化还原反应;分解反应与化合反应中,有些有元素化合价发生变化,有些没有元素化合价发生变化,则分解反应和化合反应可能是氧化还原反应。



## 氧化还原反应与4种基本反应的关系

问题2 氧化还原反应中,反应物不是氧化剂就是还原剂。该观点是否正确?

提示 不正确。反应  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$  中,  $\text{Cl}_2$  既是氧化剂又是还原剂,  $\text{H}_2\text{O}$  既不是氧化剂又不是还原剂。

问题3 请举例说明,氧化还原反应中,会出现同一反应物只有部分参与氧化还原反应的情况吗?

提示 会。反应  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}$  (浓)  $\xrightarrow{\triangle} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$  中,当有4个HCl参与反应时,有2个HCl作还原剂,另外2个HCl起酸性作用。

问题4 氧化还原反应中物质氧化性、还原性的强弱规律是什么?

提示 同一氧化还原反应中,氧化性:氧化剂 > 氧化产物,还原性:还原剂 > 还原产物。如根据反应  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$  可知,氧化性:  $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ , 还原性:  $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$ 。

问题5 反应  $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$  中

双线桥法标注是否正确?

提示 不正确。同种元素的不同价态之间若发生氧化还原反应,价态变化“只靠拢,不交叉”,即化合价向中间价态靠拢,则该反应中+5价的Cl和-1价的Cl均转化为0价的Cl,其双线桥标注应

为  $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。



## 考向突破

## 考向1 氧化还原反应概念辨析

例1 [2024 山东青岛兰德中学月考]制备氰氨基化钙的化学方程式为  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCN} \rightleftharpoons \text{CaCN}_2 + \text{CO} \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$ ,下列说法正确的是 ( )

A. 氢元素被氧化,碳元素被还原

B. HCN被氧化,  $\text{CaCO}_3$  被还原

C. HCN是氧化剂,  $\text{CaCO}_3$  是还原剂

D.  $\text{CaCN}_2$  是氧化产物,  $\text{H}_2$  是还原产物

**【探索过程】**由题给化学方程式可知, HCN 中碳元素的化合价由 +2 价升高至 +4 价, HCN 被氧化为 CaCN<sub>2</sub>, 氢元素的化合价由 +1 价降低至 0 价, HCN 被还原为 H<sub>2</sub>, 则 HCN 既是氧化剂又是还原剂, 反应过程中 CaCO<sub>3</sub> 中没有元素化合价发生变化, 其既不是氧化剂, 也不是还原剂, A、B、C 错误; 由上述分析可知, HCN 被氧化为 CaCN<sub>2</sub>, 则 CaCN<sub>2</sub> 是氧化产物, HCN 被还原为 H<sub>2</sub>, 则 H<sub>2</sub> 为还原产物, D 正确。

**【答案】**D

## 考点 2 ▶ 氧化还原反应中电子转移的规律

**例 2** [2024 北京师范大学附中月考] 废水脱氮工艺的一种方法是在废水中加入过量 NaClO, 使 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 完全转化为 N<sub>2</sub>, 该反应可表示为 2NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + 3ClO<sup>-</sup> = N<sub>2</sub>↑ + 3Cl<sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> + 3H<sub>2</sub>O。下列说法不正确的是 ( )

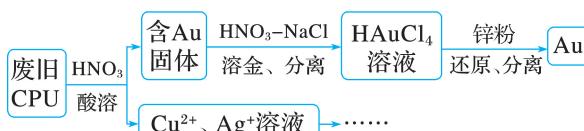
- A. 反应中氮元素被氧化, 氯元素被还原
- B. 还原性: NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > Cl<sup>-</sup>
- C. 经此法处理过的废水不用再处理就可以直接排放
- D. 反应中每生成 1 个 N<sub>2</sub> 分子, 转移 6 个电子

**【探索过程】**由题给离子方程式可知, 氯元素的化合价由 +1 价降低为 -1 价, ClO<sup>-</sup> 作氧化剂, 被还原, Cl<sup>-</sup> 为还原产物, 氮元素的化合价由 -3 价升高为 0 价, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 作还原剂, 被氧化, N<sub>2</sub> 为氧化产物, A 正确; 该反应中 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 作还原剂, Cl<sup>-</sup> 为还原产物, 同一反应中还原剂的还原性大于还原产物的还原性, 则还原性 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > Cl<sup>-</sup>, B 正确; 由 2NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + 3ClO<sup>-</sup> = N<sub>2</sub>↑ + 3Cl<sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> + 3H<sub>2</sub>O 可知, 经此法处理过的废水显酸性, 不能直接排放, C 错误; 反应过程中氮元素的化合价由 -3 价升高为 0 价, 所以反应中每生成 1 个 N<sub>2</sub> 分子, 转移 6 个电子, D 正确。

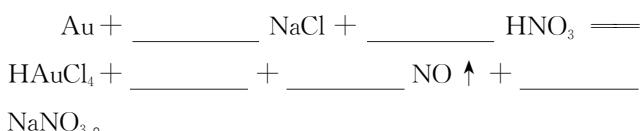
**【答案】**C

## 考点 3 ▶ 氧化还原反应方程式的配平

**例 3** [2025 北京育才中学期中, 节选] 用如图所示方法回收废旧 CPU 中的单质 Au(金)、Ag 和 Cu。



将 HNO<sub>3</sub> - NaCl 溶金反应的化学方程式补充完整。

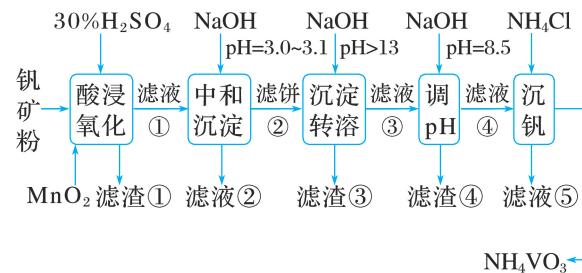


**【探索过程】** 金元素的化合价从 0 价升高到 +3 价, 则 Au 作还原剂, 氮元素的化合价从 +5 价降低到 +2 价, 则 HNO<sub>3</sub> 作氧化剂, 根据得失电子守恒确定 NO 的系数为 1, 再根据 Cl 守恒确定 NaCl 的系数为 4, 根据 Na 守恒确定 NaNO<sub>3</sub> 的系数为 4, 根据 N 守恒确定 HNO<sub>3</sub> 的系数为 5, 最后根据 H、O 守恒确定还有 H<sub>2</sub>O 生成, 且 H<sub>2</sub>O 的系数为 2, 化学方程式为 Au + 4NaCl + 5HNO<sub>3</sub> = HAuCl<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O + NO↑ + 4NaNO<sub>3</sub>。

**【答案】**4 5 2H<sub>2</sub>O 1 4

## 考点 4 ▶ 陌生氧化还原反应方程式的书写

**例 4** [2024 四川成都简阳实验中学月考, 节选] 钒具有广泛的用途。黏土钒矿中, 钒以 +3 价、+4 价、+5 价的化合物存在, 还包括钾、镁的铝硅酸盐以及 SiO<sub>2</sub>、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>。采用以下工艺流程可由黏土钒矿制备 NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>。



“酸浸氧化”中, VO<sup>+</sup> 和 VO<sup>2+</sup> 被氧化成 VO<sub>2</sub><sup>+</sup>, 同时还有 \_\_\_\_\_ (填离子符号) 被氧化。写出 VO<sup>+</sup> 转化为 VO<sub>2</sub><sup>+</sup> 反应的离子方程式: \_\_\_\_\_。

**【探索过程】** “酸浸氧化”中, 钒矿粉中的 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 与 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 反应生成 FeSO<sub>4</sub>、Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 和 H<sub>2</sub>O, MnO<sub>2</sub> 具有氧化性, Fe<sup>2+</sup> 具有还原性, 则 VO<sup>+</sup> 和 VO<sup>2+</sup> 被氧化成 VO<sub>2</sub><sup>+</sup> 的同时, Fe<sup>2+</sup> 也会被氧化; VO<sup>+</sup> 转化为 VO<sub>2</sub><sup>+</sup> 时, 钒元素的化合价由 +3 价升高至 +5 价, 1 个 VO<sup>+</sup> 失去 2 个电子, MnO<sub>2</sub> 被还原为 Mn<sup>2+</sup>, 锰元素的化合价由 +4 价降低至 +2 价, 1 个 MnO<sub>2</sub> 得到 2 个电子, 根据得失电子守恒可写出 VO<sup>+</sup> + MnO<sub>2</sub> → VO<sub>2</sub><sup>+</sup> + Mn<sup>2+</sup>, 在酸性环境中再根据电荷守恒在方程式左侧补 2 个 H<sup>+</sup>, 最后根据 H、O 守恒, 在方程式右侧补 1 个 H<sub>2</sub>O, 则反应的离子方程式为 VO<sup>+</sup> + MnO<sub>2</sub> + 2H<sup>+</sup> = VO<sub>2</sub><sup>+</sup> + Mn<sup>2+</sup> + H<sub>2</sub>O。

**【答案】**Fe<sup>2+</sup> VO<sup>+</sup> + MnO<sub>2</sub> + 2H<sup>+</sup> = VO<sub>2</sub><sup>+</sup> + Mn<sup>2+</sup> + H<sub>2</sub>O