



教育图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30<sup>+</sup>年专注教育行业

# 全品 选考复习方案

主编：肖德好

北京  
专版

听课手册  
化学

新高考

AI智慧教辅

索取二维码  
贴此处  
激活享受服务

AI时代就该用AI学习  
遇到问题快扫我



延边教育出版社

# CONTENTS 目录



讲课智能体



扫码添加全品伴学师  
获取学习服务

## 01 第一单元 物质及其变化

- 第 1 讲 物质的分类及转化 ..... 001
- 第 2 讲 离子反应 离子方程式 ..... 008
- 第 3 讲 离子共存 离子的检验与推断 ..... 015
- 第 4 讲 氧化还原反应的基本概念和规律 ..... 021
- 第 5 讲 氧化还原反应的配平与计算 ..... 027

★发展素养(一) 模型认知——情境型方程式的书写 ..... 031

## 02 第二单元 化学常用计量

- 第 6 讲 物质的量 气体摩尔体积 ..... 034
- 第 7 讲 物质的量浓度及溶液的配制 ..... 038

★发展素养(二) 宏微辨析—— $N_A$  的综合应用 ..... 043

★发展素养(三) 模型认知——化学计算的常用方法 ..... 047

## 03 第三单元 化学实验基础

- 第 8 讲 物质的分离提纯 ..... 049
- 第 9 讲 物质的检验与鉴别 ..... 057

## 04 第四单元 重要的金属元素

- 第 10 讲 钠及其化合物 ..... 060
- 第 11 讲 铁及其化合物 ..... 070
- 第 12 讲 金属材料 金属矿物的开发和利用 ..... 079

★发展素养(四) 科学探究——化学工艺流程分析(金属) ..... 089

## 05 第五单元 化工生产中的重要非金属元素

- 第 13 讲 氯及其化合物 ..... 093
- 第 14 讲 卤素 海水资源的开发和利用 ..... 101

第 15 讲	硫及其化合物	107
第 16 讲	含硫化合物的转化及应用	115
第 17 讲	氮及其化合物	118
第 18 讲	含氮化合物的转化及应用	126
第 19 讲	无机非金属材料	130
<b>发展素养(五)</b>	<b>学科价值——化学与 STSE</b>	135
<b>发展素养(六)</b>	<b>科学探究——“微实验”和“微流程”(非金属)</b>	137

## 06 第六单元 物质结构 元素周期律

第 20 讲	原子结构 原子核外电子排布	139
第 21 讲	元素周期表 元素周期律	146
第 22 讲	化学键 分子结构与性质	156
第 23 讲	晶体结构与性质 配合物与超分子	167
<b>发展素养(七)</b>	<b>证据推理——应用相关理论解释物质结构与性质的关系</b>	180

## 07 第七单元 化学反应与能量

第 24 讲	化学反应的热效应	183
<b>发展素养(八)</b>	<b>模型认知——反应热的计算</b>	195
第 25 讲	原电池 化学电源	197
第 26 讲	电解池 金属的腐蚀与防护	204

## 08 第八单元 化学反应速率与化学平衡

第 27 讲	化学反应速率及影响因素	214
<b>发展素养(九)</b>	<b>化学反应速率与反应历程</b>	219
第 28 讲	化学平衡及影响因素	223
<b>发展素养(十)</b>	<b>平衡思想——化学平衡常数的计算</b>	233
第 29 讲	化学反应速率与平衡图像分析	235
第 30 讲	化学反应的方向与调控	240

## 09

## 第九单元 水溶液中的离子反应与平衡

第 31 讲	电离平衡	245
第 32 讲	水的电离和溶液的 pH	251
第 33 讲	酸碱中和滴定及拓展应用	258
第 34 讲	盐类的水解	266
第 35 讲	粒子浓度的大小比较	272
第 36 讲	沉淀溶解平衡	277

## 10

## 第十单元 有机化合物

第 37 讲	认识有机化合物	282
第 38 讲	烃	293
第 39 讲	烃的衍生物(一) 卤代烃 醇 酚 醛和酮	302
第 40 讲	烃的衍生物(二) 羧酸 羧酸衍生物	312
第 41 讲	有机合成	319
第 42 讲	生物大分子 合成高分子	323
🔗 发展素养(十一) 证据推理——有机推断与合成		334

## 11

## 第十一单元 化学实验综合

第 43 讲	实验方案的设计与评价	340
第 44 讲	物质制备综合实验	343
第 45 讲	定量综合实验分析	354
第 46 讲	探究型综合实验	358

**作业手册** [单独成册 P363~P472]

**参考答案** (听课手册+作业手册) [单独成册 P473~P600]



## 第1讲 物质的分类及转化



讲课智能体

听课笔记

新课标要求

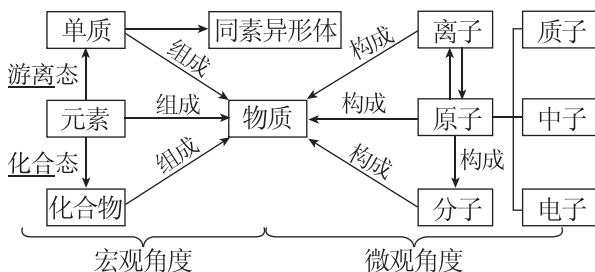
1. 了解元素、原子、分子、离子和原子团等概念的含义。理解混合物和纯净物、单质和化合物、金属和非金属的概念。
2. 理解物理变化与化学变化的区别与联系。理解酸、碱、盐、氧化物的概念及其相互联系。
3. 了解胶体是一种常见的分散系,了解溶液和胶体的区别。

### 考点一 物质的组成和分类

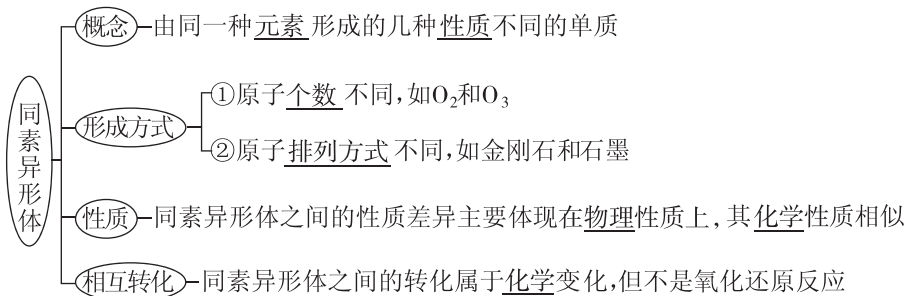
#### 夯实必备知识

#### 1. 物质的组成

(1) 元素、物质与微粒间的关系

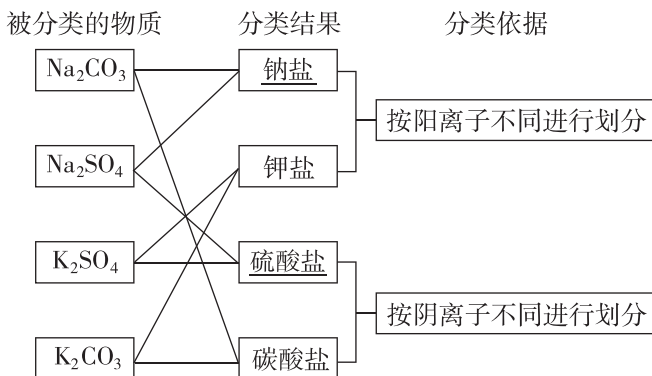


(2) 同素异形体

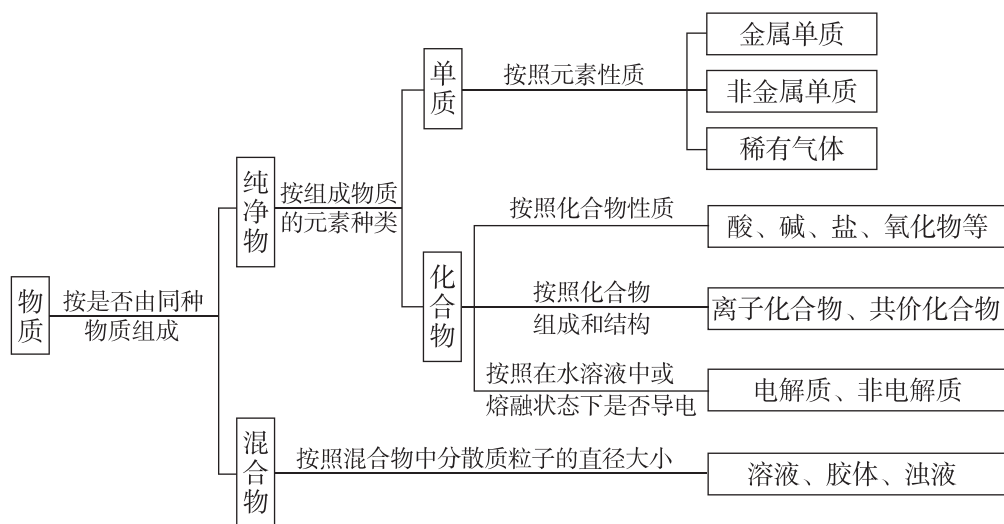


#### 2. 物质的分类

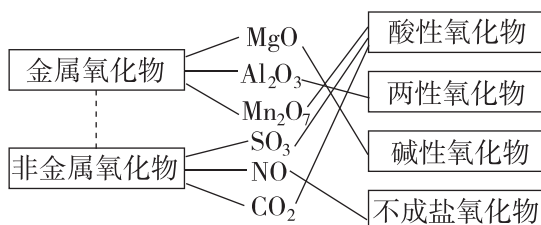
(1) 交叉分类法



(2) 树状分类法



[微点拨] ① 常见氧化物的分类如下:



② 碱(酸)性氧化物与酸(碱)反应只生成一种盐和水,且元素价态不变。

【对点自测】

判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

- (1) 一种防水涂料的成分是丙烯酸聚合物,属于合成有机高分子材料 ( )
- (2) 碳纤维是制造航天航空等高新技术器材的优良材料,它属于新型有机材料 ( )
- (3) 乡村公路铺沥青,沥青属于天然无机材料 ( )
- (4) 发现了月壤中的“嫦娥石 $[(\text{Ca}_8\text{Y})\text{Fe}(\text{PO}_4)_7]$ ”:其成分属于无机盐 ( )
- (5)  $\text{C}_{60}$  在高温高压下可转变为具有一定导电性、高硬度的非晶态碳玻璃,该碳玻璃与  $\text{C}_{60}$  互为同素异形体 ( )

提升关键能力

► 题组一 运用特例,辨析物质组成

1. [2025·北京九中月考] 均热板广泛应用于电子器件内部,主要起到散热作用。下列对某均热板部分材料或部件的主要成分的分类不正确的是 ( )

选项	A	B	C	D
材料或部件	传热材料		上下盖板	
主要成分	$\text{CH}_3\text{CFCl}_2$	40%甲醇溶液	铜粉	金刚石粉
分类	烃	混合物	金属单质	非金属单质

2. 由不同种类的原子构成的物质可能是 ( )

- ①纯净物 ②混合物 ③单质 ④化合物 ⑤金属 ⑥非金属 ⑦酸 ⑧碱 ⑨盐 ⑩氧化物

- A. ①③⑤⑦⑨      B. ②④⑥⑧⑩      C. ①③      D. 全部

## ► 题组二 理清物质类别

3. [2025·北京人大附中统练] 化学与日常生活紧密相关。下列物质的类别与应用中,不正确的是 ( )

应用	食品防腐剂	食品抗氧化剂	食品调味剂	食品干燥剂
物质	甲醛	铁粉	氯化钠	生石灰
类别	有机物	金属单质	盐	碱性氧化物
选项	A	B	C	D

4. 下列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	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaOH	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
B	NaOH	HCl	NaCl	Na <sub>2</sub> O	NO
C	KOH	HNO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaO	Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
D	NaOH	HCl	CaF <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>

### ◆◆ 易错警示

#### 物质组成与分类中的易错点

(1) 熟悉常见混合物的组成

气体混合物	空气、水煤气(CO和H <sub>2</sub> )、天然气(主要成分是CH <sub>4</sub> )、焦炉气(主要成分是H <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 、CO)、高炉煤气、石油气、裂解气等
液体混合物	氨水(NH <sub>3</sub> 的水溶液)、氯水、水玻璃(Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 的水溶液)、福尔马林(甲醛的水溶液)、盐酸(HCl的水溶液)、汽油、植物油、Fe(OH) <sub>3</sub> 胶体等
固体混合物	碱石灰、漂白粉、合金、铝热剂(铝粉与金属氧化物)、高分子化合物等

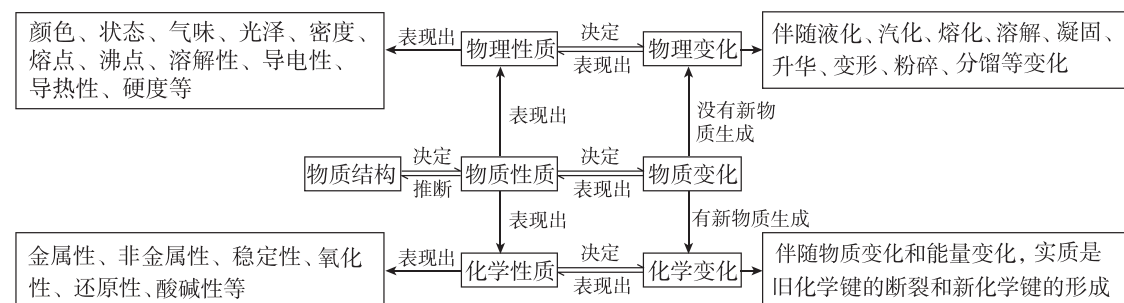
(2) 熟记重要物质的分类

纯净物、混合物	冰水混合物属于纯净物; 盐酸、氨水都是混合物
能源的分类	煤、石油和天然气都是不可再生能源; 甲醇、乙醇是可再生能源
电解质的分类	大多数有机物都是非电解质, 如烃、卤化烃、醇、醛、酯等; 酚类、羧酸(盐)等是电解质
两种重要钠盐	纯碱(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )、小苏打(NaHCO <sub>3</sub> )溶液呈碱性, 但属于盐类, 不属于碱

## 考点二 物质的性质和转化

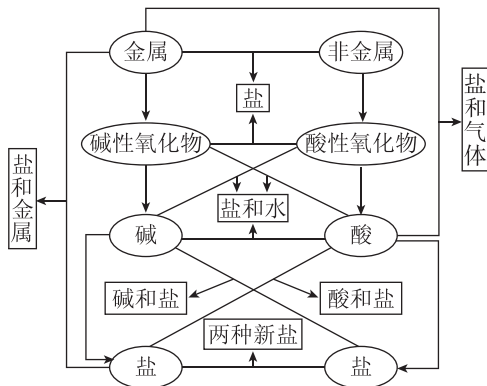
### 夯实必备知识

#### 1. 物质的性质和变化

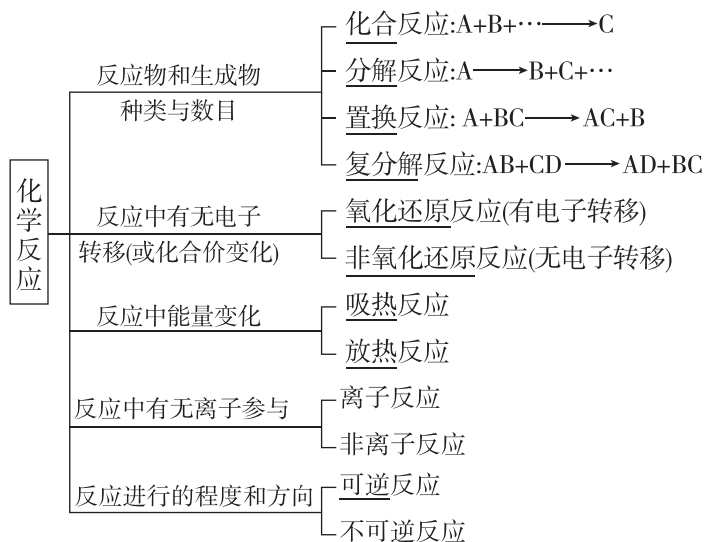


## 2. 单质、氧化物、酸、碱和盐的转化关系

一般情况下,单质、氧化物、酸、碱和盐的转化关系可简单表示如下:



## 3. 化学反应类型



### 【对点自测】




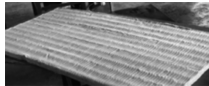
判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

- (1) 利用  $\text{CO}_2$  合成了脂肪酸:实现了无机小分子向有机高分子的转变 ( )
- (2) 乙酸钠过饱和溶液析出晶体并放热的过程仅涉及化学变化 ( )
- (3) 通过石油的常压分馏可获得石蜡等馏分,常压分馏过程为物理变化 ( )
- (4) “青蒿一握,以水二升渍,绞取汁”,青蒿素的提取属于化学变化 ( )

## 提升关键能力

### ► 题组一 物质的性质、用途及变化

1. [2025·北京十一学校月考] 中华文明源远流长,古人在生产、生活中积累了丰富的化学知识。其工作原理不涉及化学反应的是 ( )

			
A. 打磨磁石制司南	B. 黑火药的使用	C. 利用粮食酿酒	D. 纸浆的漂白

2. [2025·北京八十中月考] 化学与生活息息相关,下列说法不正确的是 ( )

- A.  $\text{Na}_2\text{O}$  可用于制作呼吸面罩  
 B. 漂粉精可用于游泳池的消毒  
 C. 热的纯碱溶液可以去除油污  
 D. 氮肥( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )与草木灰( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )不宜混合使用

### ► 题组二 物质之间的转化关系

3. [2023·北师大附中期中] 下列制备物质的转化关系不合理的是 ( )

- A. 制  $\text{HNO}_3$ :  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$   
 B. 制  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$   
 C. 制  $\text{NaOH}$ : 海水  $\xrightarrow{\text{提纯}}$   $\text{NaCl}$  溶液  $\xrightarrow{\text{电解}}$   $\text{NaOH}$   
 D. 制  $\text{Mg}$ : 海水  $\rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$  溶液  $\xrightarrow{\text{电解}}$   $\text{Mg}$

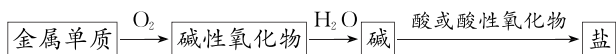
4. [2025·北京四中月考] 在给定条件下,下列选项所示的物质间转化均能实现的是 ( )

- A.  $\text{NaCl}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow[\Delta]{\text{Fe}(\text{s})} \text{FeCl}_2(\text{s})$   
 B.  $\text{S}(\text{s}) \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{O}_2(\text{g})} \text{SO}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$   
 C.  $\text{MgCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{石灰乳}} \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{煅烧}} \text{Mg}(\text{s})$   
 D.  $\text{N}_2(\text{g}) \xrightarrow[\text{高温高压、催化剂}]{\text{H}_2(\text{g})} \text{NH}_3(\text{g}) \xrightarrow[\text{加热、催化剂}]{\text{O}_2(\text{g})} \text{NO}(\text{g})$

### ◆◆ 归纳总结

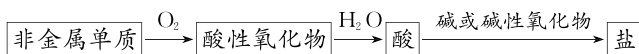
#### 不同类别无机物之间转化的规律

(1) 金属单质及其化合物的转化



如  $\text{Na} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{Na}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NaOH} \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 。符合上述转化关系的常见金属有 Na、K、Ca 等, Fe、Al、Mg、Cu 等不符合上述转化关系。

(2) 非金属单质及其化合物的转化



如  $\text{S} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Na}_2\text{SO}_3$ 。符合上述转化关系的常见非金属有 C、S、P 等, N、Cl、Si 等不符合上述转化关系。

## 考点三 分散系 胶体

### 夯实必备知识

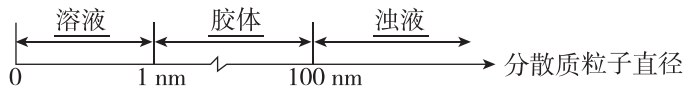
#### 1. 分散系

(1) 组成



(2)分类

根据分散质粒子的直径大小将分散系分为溶液、浊液和胶体,可用下图直观地表示。

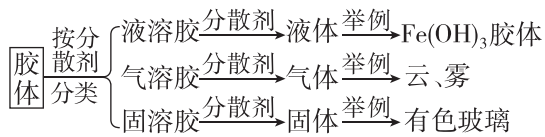


2. 三种分散系比较

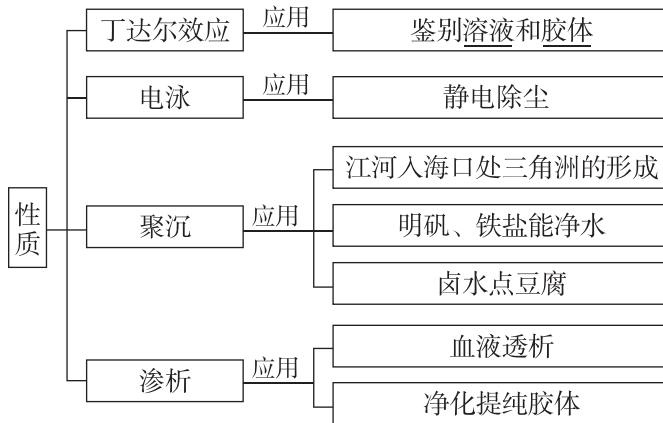
分散系		溶液	胶体	浊液
分散质粒子		单个小分子或离子	大分子或离子集合体	巨大数目的分子或离子集合体
性质	稳定性	稳定	介稳性	不稳定
	能否透过滤纸	能	能	不能
	能否透过半透膜	能	不能	不能
鉴别		有无丁达尔效应		静置,分层或沉淀
实例		食盐水、蔗糖溶液	Fe(OH) <sub>3</sub> 胶体	泥水、油水混合物

3. 胶体

(1)胶体的分类



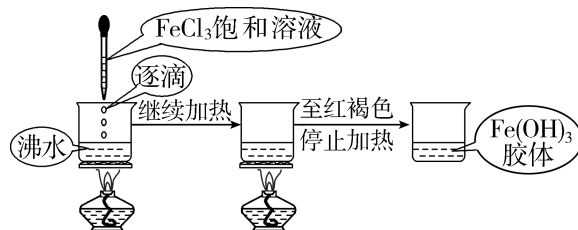
(2)胶体的性质及应用



4. Fe(OH)<sub>3</sub> 胶体的制备(如图)

(1)反应原理: \_\_\_\_\_。

(2)操作步骤:向 40 mL 沸水中逐滴加入 5~6 滴 FeCl<sub>3</sub> 饱和溶液,继续煮沸至液体呈红褐色,停止加热。



## (3) 注意事项

- ① 不宜使液体沸腾时间过长, 以免生成的氢氧化铁胶体发生聚沉。  
 ② 制备氢氧化铁胶体时, 不能用自来水, 也不能用玻璃棒搅拌。  
 ③ 书写制备胶体的化学方程式时, 生成的胶体不加“↓”, 应注明“胶体”二字, 并注明加热条件。

## 【对点自测】

判断正误(正确的打“√”, 错误的打“×”)

- (1) 晨雾中的光束如梦如幻, 是丁达尔效应带来的美景 ( )  
 (2) “霾尘积聚难见路人”, 雾霾所形成的气溶胶能产生丁达尔效应 ( )  
 (3) 向沸水中滴入  $\text{FeCl}_3$  饱和溶液制备  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体 ( )  
 (4)  $\text{FeCl}_3$  水解可生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体, 故  $\text{FeCl}_3$  可用作净水剂 ( )  
 (5) 将盛有  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体的烧杯置于暗处, 用红色激光笔照射烧杯中的液体, 在与光束垂直的方向看到一条光亮的“通路” ( )





## 提升关键能力

## ► 题组 胶体的性质与应用





1. [2022·北京海淀区教师进修学校期中] 下列关于胶体的叙述错误的是 ( )  
 A. 江河入海口三角洲的形成通常与胶体的性质有关  
 B. 胶体一定是液态, 胶体的丁达尔效应属于物理变化  
 C. 用鸡蛋壳膜和蒸馏水除去淀粉胶体中的食盐不涉及化学变化  
 D. 静电除尘器除去空气或工厂废气中的飘尘, 利用的是胶粒带电荷的性质
2. [2023·北京陈经纶中学检测] 新冠病毒的抗原检测原理是利用金原子形成的胶体颗粒吸附新冠病毒抗原的蛋白质而完成检测。胶体金可由氯金酸( $\text{HAuCl}_4$ )反应制得。下列说法不正确的是 ( )  
 A. 胶体金的分散质粒子直径为  $1\sim 100\text{ nm}$   
 B.  $\text{HAuCl}_4$  中存在配位键, Au 元素为 +3 价  
 C. 由  $1\text{ mol HAuCl}_4$  制备胶体金时, 需要添加  $2\text{ mol}$  还原剂 Zn  
 D. 胶体金与抗原蛋白质的作用具有很高的选择性, 因此可用于抗原检测

## 经典真题·明考向

1. [2018·北京卷] 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

2. [2017·北京卷] 古丝绸之路贸易中的下列商品, 主要成分属于无机物的是 ( )

			
A. 瓷器	B. 丝绸	C. 茶叶	D. 中草药



## 新课标要求

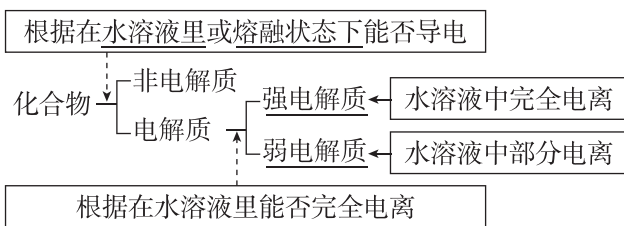
1. 了解电解质的概念,了解强电解质和弱电解质的概念。
2. 理解电解质在水溶液中的电离以及电解质溶液的导电性。
3. 了解离子反应的概念、离子反应发生的条件,能正确书写离子方程式。

## 考点一 电解质及其电离

## 夯实必备知识

## 1. 电解质

## (1) 电解质的分类



## (2) 电解质的强弱与物质类别的关系

①强电解质:强酸、强碱、绝大多数盐,如  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{CaCO}_3$  等。

②弱电解质:弱酸、弱碱和水等,如乙酸、一水合氨等。

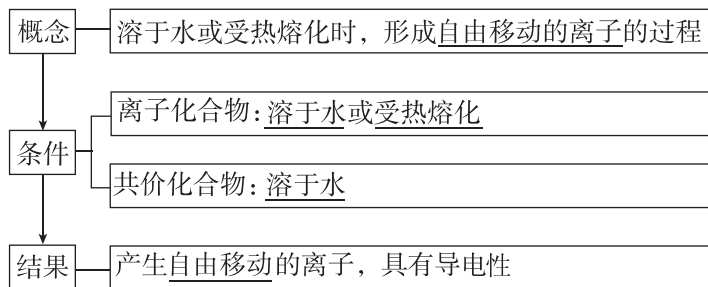
## (3) 常见的强酸、强碱

①强酸: $\text{HCl}$ 、 $\text{HNO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HClO}_4$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HI}$  等。

②强碱: $\text{NaOH}$ 、 $\text{KOH}$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  等。

## 2. 电解质的电离及表征

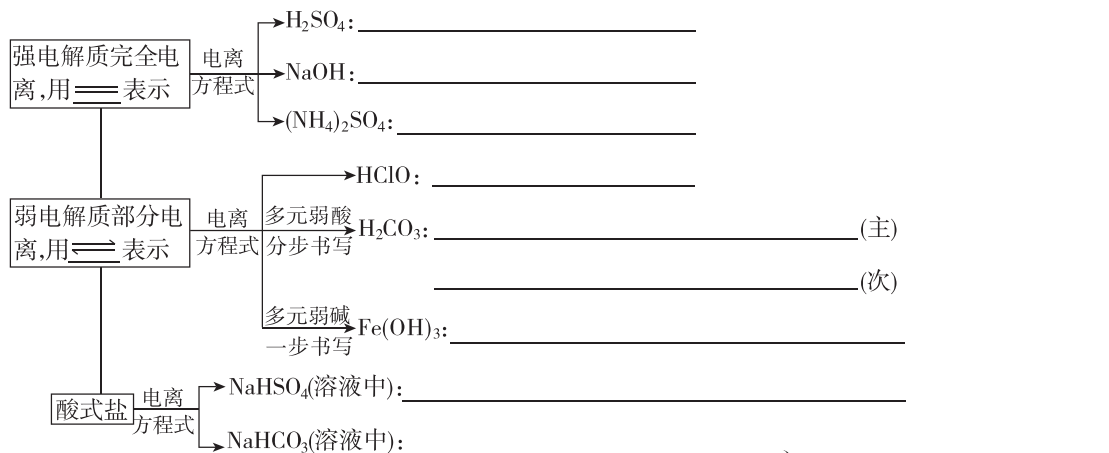
## (1) 电离的条件及结果



## (2) 从电离的角度认识酸、碱、盐

	电离特征及产生离子
酸	电离出的阳离子全部是 $\text{H}^+$ 的化合物是酸,分为强酸与弱酸、含氧酸与无氧酸等;但能电离出 $\text{H}^+$ 的物质不一定是酸,如 $\text{NaHSO}_4$ 是一种盐
碱	电离出的阴离子全部是 $\text{OH}^-$ 的化合物是碱,分为强碱与弱碱、可溶性碱与难溶性碱等
盐	由金属阳离子(或铵根离子)与酸根离子构成的化合物是盐,分为可溶性盐与难溶性盐,酸式盐、碱式盐与正盐等

(3) 不同类型电离方程式的书写



【微点拨】  $\text{Al}(\text{OH})_3$  属于两性氢氧化物, 其在水溶液中存在酸式电离和碱式电离两种电离形式:  
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$ 。

【对点自测】

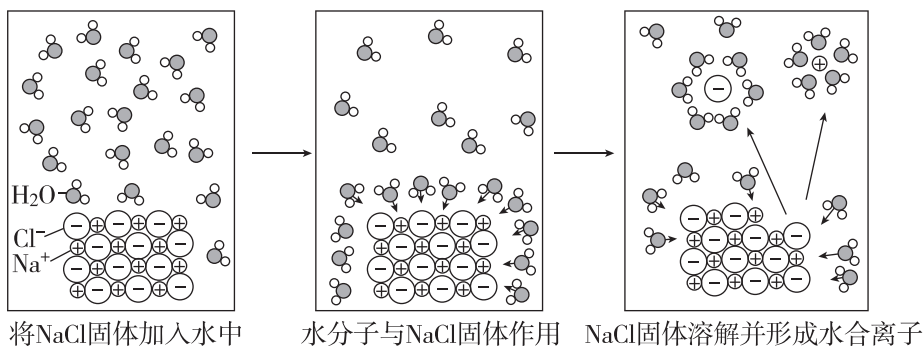
判断正误(正确的打“√”, 错误的打“×”)

- (1) 氯化铁属于弱电解质 ( )
- (2) 硫酸铜属于强电解质 ( )
- (3)  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  的水溶液均导电, 故  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  均为电解质 ( )
- (4) 硫酸在水溶液中能完全电离, 所以稀硫酸是强电解质 ( )
- (5)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  在水溶液中的电离方程式为  $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$  ( )
- (6) 强电解质都是离子化合物, 弱电解质都是共价化合物 ( )

提升关键能力

► 题组一 电解质的电离及表征

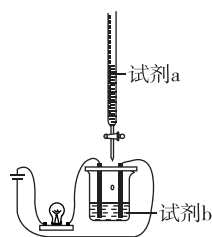
1. [2024·北京大兴区期末] 如图为  $\text{NaCl}$  固体加入水中发生变化的微观示意图。下列说法不正确的是 ( )



- A.  $\text{NaCl}$  由  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$  构成, 故  $\text{NaCl}$  固体能导电
  - B.  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$  在水中以水合离子的形式自由移动
  - C. 水分子破坏了阴、阳离子之间的作用力
  - D. 该过程可表示为  $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
2. 下列物质在水溶液中的电离方程式错误的是 ( )
- A.  $\text{BaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
  - B.  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
  - C.  $\text{MgCl}_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^-$
  - D.  $\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

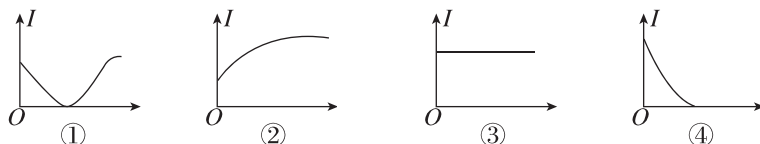
### ► 题组二 反应过程中溶液的导电性变化

3. [2021·北京卷] 使用如图所示装置(搅拌装置略)探究溶液离子浓度变化,灯光变化不可能出现“亮→暗(或灭)→亮”现象的是 ( )



选项	A	B	C	D
试剂 a	$\text{CuSO}_4$	$\text{NH}_4\text{HCO}_3$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
试剂 b	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

4. 某兴趣小组测定混合溶液的导电性实验,下列说法中错误的是 ( )



- A. 图①可以是向  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中逐滴加入一定物质的量浓度的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液  
 B. 图②可以是向饱和氯水进行光照  
 C. 图③可以是向  $\text{NaOH}$  溶液中通入少量  $\text{Cl}_2$   
 D. 图④可以是向饱和石灰水中不断通入  $\text{CO}_2$

#### ◆◆ 归纳总结

电解质溶液的导电原理及影响因素如下:

- (1) 电解质电离产生的阴、阳离子在外加电场作用下发生定向移动而实现导电过程。  
 (2) 一般来说,自由移动离子的浓度越大,所带电荷数越多,电解质溶液的导电能力就越强。

## 考点二 离子反应 离子方程式

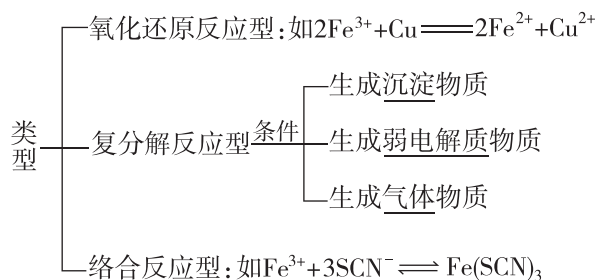
### 夯实必备知识

#### 1. 离子反应

(1) 概念及本质

- ① 概念: 在水溶液中进行的有离子参加或生成的反应统称离子反应。  
 ② 本质: 溶液中离子的种类或浓度发生变化。

(2) 离子反应发生的条件



## 2. 离子方程式

(1)定义:用实际参加反应的离子符号来表示反应的式子叫作离子方程式。

(2)意义:不仅表示某一个具体的化学反应,还表示同一类型的离子反应,如氢氧化钠溶液和盐酸反应、氢氧化钙溶液和硝酸反应的离子方程式,都可用离子方程式\_\_\_\_\_来表示。

(3)书写步骤(以  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液和  $\text{BaCl}_2$  溶液的反应为例)

①写—写出正确的化学方程式:\_\_\_\_\_

②拆—把易溶于水且易电离的物质写成离子形式:\_\_\_\_\_

③删—删去方程式两边不参加反应的离子并化为最简:\_\_\_\_\_

④查—检查方程式两边是否符合原子守恒和电荷守恒

### 【对点自测】

判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

(1)氨水与稀盐酸反应的离子方程式为  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$  ( )

(2)Fe 和稀盐酸反应:  $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$  ( )

(3) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$  可表示所有强酸和强碱的中和反应 ( )

(4) $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中加过量  $\text{NaOH}$  溶液并加热:  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \uparrow$  ( )

(5)将 Na 投入  $\text{CuSO}_4$  溶液中的离子反应为  $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} = 2\text{Na}^+ + \text{Cu} \downarrow$  ( )

(6)向  $\text{NaHSO}_4$  溶液中加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液至溶液呈中性:  $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$  ( )

(7) $\text{Cl}_2$  通入水中的离子反应为  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$  ( )

## 提升关键能力

### ► 题组 离子方程式的正误判断

#### 1. 警惕“拆分错误”

(1)将石灰石加入醋酸溶液中:  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  ( )

(2)过氧化钠与水反应:  $2\text{O}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$  ( )

(3) $\text{NaHCO}_3$  溶液中加入稀硫酸:  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  ( )

(4) $\text{Mg}(\text{OH})_2$  溶于稀硫酸中:  $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$  ( )

(5)向  $\text{CuSO}_4$  溶液中通入  $\text{H}_2\text{S}$  气体:  $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$  ( )

#### 2. 警惕“原理错误”

(1)Fe 与稀硫酸反应:  $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$  ( )

(2) $\text{Fe}(\text{OH})_2$  与稀硝酸的反应:  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$  ( )

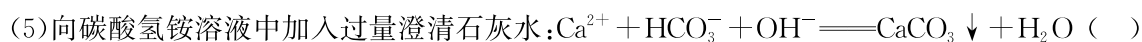
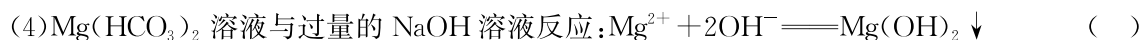
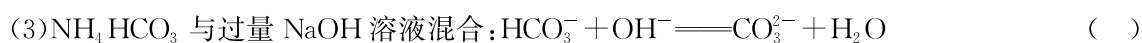
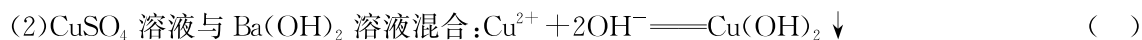
(3) $\text{Fe}(\text{OH})_3$  与 HI 溶液的反应:  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$  ( )

(4)向  $\text{NaClO}$  溶液中通入少量  $\text{SO}_2$ :  $2\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO} + \text{SO}_3^{2-}$  ( )

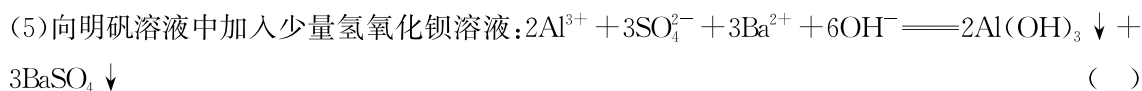
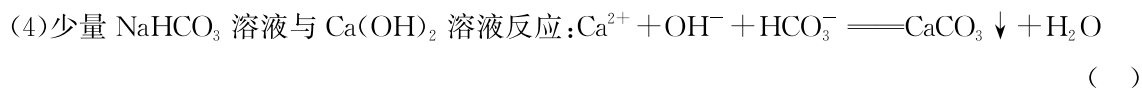
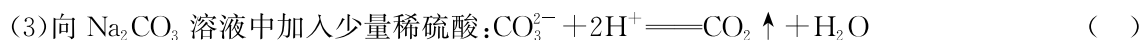
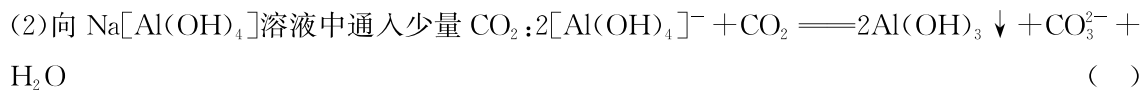
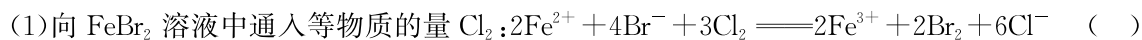
(5) $\text{AlCl}_3$  溶液与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液混合:  $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} = \text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 \downarrow$  ( )

#### 3. 警惕“遗漏反应”

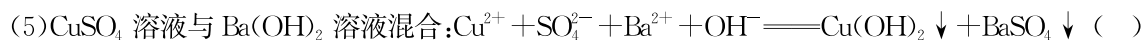
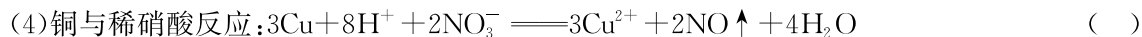
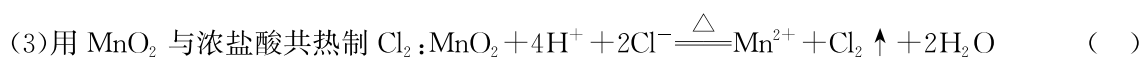
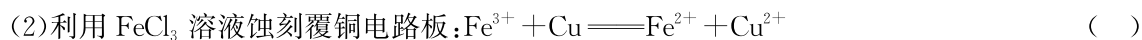
(1) $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液与  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液混合:  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$  ( )



## 4. 警惕“量比错误”

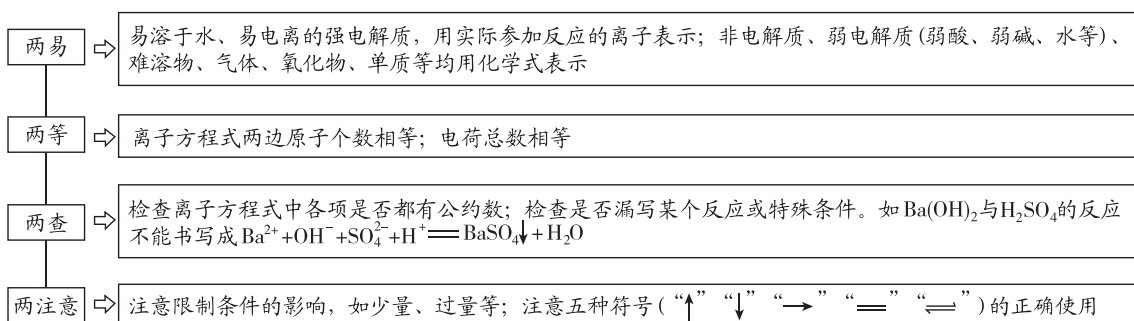


## 5. 警惕“守恒陷阱”



## ◆◆ 思维模型

## 离子方程式正误判断的审题要点



## 考点三 与量有关的离子方程式的书写

## 夯实必备知识

## 1. 连续型离子方程式的书写

## (1) 反应特点

反应生成的离子因又能与过量的反应物继续反应而导致其离子方程式与用量有关。

## (2) 常见类型

① 可溶性多元弱酸(如  $\text{H}_2\text{S}$  等)与碱反应

酸不足(或碱过量)时生成正盐, 如  $\text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ;

酸过量(或碱不足)时生成酸式盐,如  $\text{H}_2\text{S} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

②多元弱酸与酸性更弱的弱酸的盐溶液反应

酸不足(或盐过量)时生成正盐,如  $2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ;

酸过量(或盐不足)时生成酸式盐,如  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ 。

③多元弱酸正盐与强酸反应

酸不足(或盐过量)时生成酸式盐,如  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ ;

酸过量(或盐不足)时生成弱酸,如  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

④Fe 与稀  $\text{HNO}_3$  反应

Fe 过量:  $3\text{Fe} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{HNO}_3$  过量:  $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

## 2. 先后型离子方程式的书写

(1)反应特点

某种反应物的两种或两种以上的构成离子,都能跟另一种反应物的构成离子发生反应,但因反应顺序不同而跟用量有关,又称为竞争型反应。

(2)类型

①复分解反应型

依据“竞争反应、强者优先”的规律明确离子反应的先后顺序,再按反应原理书写,如向含有  $\text{OH}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  的溶液中,逐滴加入稀盐酸至过量,因结合质子的能力:

$\text{OH}^- > [\text{Al}(\text{OH})_4]^- > \text{CO}_3^{2-}$ ,则反应的离子方程式依次为  $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 、

$[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

②氧化还原型

强氧化剂遇到两种还原性离子时,应注意氧化剂是否过量,若氧化剂不足,则将还原性离子按还原性强弱排序,谁强谁先反应。

## 3. 配比型离子方程式的书写

(1)反应特点

一种反应物中有两种或两种以上的构成离子参与反应,因其组成比例不协调(一般为复盐或酸式盐),当一种构成离子恰好完全反应时,另一种构成离子能不能恰好完全反应(有剩余或不足)跟用量有关。

(2)“定1法”书写酸式盐与碱反应的离子方程式

①将少量物质定为“1 mol”,若少量物质有两种或两种以上的离子参加反应,则参加反应离子的物质的量之比与物质组成之比相符。

②依据少量物质中离子的物质的量,确定过量物质中实际参加反应的离子的物质的量。

③依据“先中和后沉淀”的思路书写。

如  $\text{NaHSO}_4$  溶液与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液的反应。

A. 加  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液至  $\text{SO}_4^{2-}$  恰好沉淀完全: \_\_\_\_\_。

B. 加  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液至溶液呈中性: \_\_\_\_\_。

### ► 题组一 连续型离子方程式的书写

1. 根据题给信息,写出下列反应的离子方程式。

(1)向水玻璃中逐渐通入过量  $\text{CO}_2$ ,该过程的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2)向  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液中滴加盐酸至过量,先有大量白色沉淀生成,后沉淀逐渐溶解,该过程的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3)向  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中逐滴加入盐酸至有大量气泡冒出,该反应过程中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

2. 按要求写出下列反应的离子方程式。

(1)酸性氧化物与碱溶液反应。如  $\text{CO}_2$  通入澄清石灰水中:

$\text{CO}_2$  少量:\_\_\_\_\_。 $\text{CO}_2$  过量:\_\_\_\_\_。

(2)多元弱酸盐与强酸反应。如向  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中加入稀盐酸:

盐酸不足:\_\_\_\_\_。盐酸过量:\_\_\_\_\_。

### ◆◆ 方法技巧

#### 连续型离子方程式的书写方法

根据反应条件先分析反应物是否存在过量,再根据反应原理书写。若无过量,则发生第一步反应,若过量,则反应物发生多步反应,写离子方程式时则不必写出第一步反应的中间产物,按终态产物写离子方程式。如多元弱酸或酸酐(如  $\text{CO}_2$  或  $\text{SO}_2$ )与强碱溶液反应,若  $\text{CO}_2$ (或  $\text{SO}_2$ )少量,则产物为正盐;若  $\text{CO}_2$ (或  $\text{SO}_2$ )过量,则产物为酸式盐;多元弱酸正盐与强酸反应,先生成酸式盐,酸式盐再进一步与强酸反应,生成强酸盐和弱酸。

### ► 题组二 先后型离子方程式的书写

3. 根据题给信息,写出  $\text{FeBr}_2$  与  $\text{Cl}_2$  反应的离子方程式。

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

(2)向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入与其等物质的量的  $\text{Cl}_2$ :\_\_\_\_\_。

(3)向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入过量  $\text{Cl}_2$ :\_\_\_\_\_。

4. 按用量要求书写下列离子方程式。

(1) $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  溶液与  $\text{NaOH}$  溶液的反应:

$\text{NaOH}$  不足:\_\_\_\_\_。

$\text{NaOH}$  过量:\_\_\_\_\_。

(2) $\text{FeI}_2$  溶液与  $\text{Cl}_2$  反应:

$\text{Cl}_2$  少量:\_\_\_\_\_。

$\text{Cl}_2$  过量:\_\_\_\_\_。

### ► 题组三 配比型离子方程式的书写

5. 按用量要求书写  $\text{NaHCO}_3$  溶液与  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液反应的离子方程式。

(1) $\text{NaHCO}_3$  不足:\_\_\_\_\_。

(2) $\text{NaHCO}_3$  过量:\_\_\_\_\_。

6. 按用量要求书写  $\text{KHCO}_3$  溶液与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液反应的离子方程式。

(1)  $\text{KHCO}_3$  不足: \_\_\_\_\_。

(2)  $\text{KHCO}_3$  过量: \_\_\_\_\_。

7. 按用量要求写出  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$  溶液与  $\text{NaOH}$  溶液反应的离子方程式。

(1)  $\text{NaOH}$  溶液少量: \_\_\_\_\_。

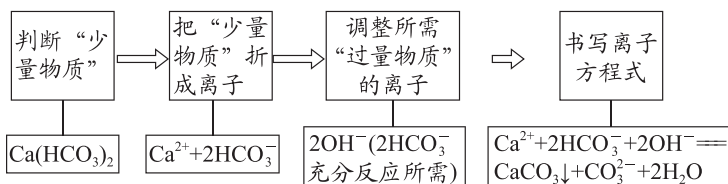
(2)  $n[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2] : n(\text{NaOH}) = 1 : 4$  时: \_\_\_\_\_。

(3)  $\text{NaOH}$  溶液过量: \_\_\_\_\_。

### ◆◆ 方法技巧

#### 配比型离子方程式的书写方法

配比型离子反应按照“少定多变”的原则进行书写,即先根据题给条件判断“少量物质”,以“少量物质”的离子计量数(充分反应)确定所需“过量物质”的离子数目。如向  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  溶液中加入过量  $\text{NaOH}$  溶液的离子方程式的书写方法如下:



### 经典真题 · 明考向

1. [2025 · 北京卷] 下列方程式与所给事实不相符的是 ( )

A. 用盐酸除去铁锈:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + (3+x)\text{H}_2\text{O}$

B. 用  $\text{CuSO}_4$  溶液除去乙炔中的  $\text{H}_2\text{S}$ :  $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$

C. 用乙醇处理废弃的  $\text{Na}$ :  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$

D. 将  $\text{NO}_2$  通入水中制备硝酸:  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

2. [2023 · 北京卷] 下列离子方程式与所给事实不相符的是 ( )

A.  $\text{Cl}_2$  制备 84 消毒液(主要成分是  $\text{NaClO}$ ):  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

B. 食醋去除水垢中的  $\text{CaCO}_3$ :  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

C. 利用覆铜板制作印刷电路板:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

D.  $\text{Na}_2\text{S}$  去除废水中的  $\text{Hg}^{2+}$ :  $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{HgS} \downarrow$

## 第3讲 离子共存 离子的检验与推断

### 新课标要求

1. 掌握离子共存的条件,会判断溶液中离子能否大量共存。
2. 掌握常见离子的检验,能利用典型代表物的性质和反应进行离子的推断和设计常见物质的检验方案。



讲课智能体

### 考点一 离子共存

#### 夯实必备知识

#### 1. 离子共存的本质

几种离子在同一溶液中能大量共存,就是指离子之间不发生任何反应;若离子之间能发生反应,则不能大量共存。

## 2. 判断溶液中离子能否大量共存考虑的“5个”角度

### (1) 题干的要求

判断溶液中离子能否大量共存时,要考虑题干的具体要求,如“一定大量共存”“可能大量共存”“因发生氧化还原反应而不能大量共存”“因生成沉淀而不能大量共存”等,避免只考虑溶液中离子能否大量共存而忽视题干的具体要求。

### (2) 溶液的颜色

根据溶液的颜色首先确定溶液中是否存在该离子,中学化学常考的有色离子有四种:

离子	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{MnO}_4^-$
溶液颜色	蓝色	棕黄色	浅绿色	紫红色

### (3) 溶液的性质

判断溶液中离子能否大量共存时,要考虑溶液的性质,包括酸性和碱性、氧化性和还原性等。

溶液的性质	不能大量存在的离子
强酸性	$\text{OH}^-$ 、弱酸根阴离子(如 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 等)、弱酸的酸式酸根阴离子(如 $\text{HS}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 等)
强碱性	$\text{H}^+$ 、弱碱阳离子(如 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 等)、弱酸的酸式酸根阴离子(如 $\text{HS}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 等)
强氧化性	$\text{S}^{2-}$ ( $\text{HS}^-$ )、 $\text{SO}_3^{2-}$ ( $\text{HSO}_3^-$ )、 $\text{I}^-$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 等还原性离子
强还原性	$\text{ClO}^-$ 、 $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ ( $\text{H}^+$ )、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 等氧化性离子

[微点拨] 注意一些溶液的酸、碱性的不确定性,如以下溶液可能呈酸性也可能呈碱性:

- ①与铝粉反应放出氢气的溶液;
- ②常温下水电离出的  $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液;
- ③与  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  反应能产生气体的溶液。

### (4) 溶液中隐含的信息

判断溶液中离子能否大量共存时,要挖掘溶液中隐含的信息,充分考虑指定微粒或物质对溶液的酸碱性、氧化性和还原性的影响。

- ①含有大量  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液,隐含信息为溶液呈酸性,并具有较强氧化性。
- ②含有大量  $\text{ClO}^-$  或  $\text{NO}_3^-$  ( $\text{H}^+$ ) 的溶液,隐含信息为溶液具有氧化性。
- ③含有大量  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液,隐含信息为溶液具有还原性。
- ④含有大量  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  的溶液,隐含信息为溶液呈碱性。

### (5) 离子不能大量共存的几种反应类型

#### ① 发生复分解反应。

生成沉淀、气体或难电离物质,如  $\text{Ca}^{2+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$  与  $\text{OH}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{H}^+$  等。

#### ② 发生氧化还原反应。

离子间因发生氧化还原反应而不能大量共存,如  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{I}^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  ( $\text{H}^+$ ) 与  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$  等。

#### ③ 发生相互促进的水解反应。

离子间因发生相互促进的水解反应而不能大量共存,如  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{HS}^-$  等。