



全品

高考复习方案

CANPOINT®

YN

QUANPIN GAOKAO FUXI FANG' AN

主编：肖德好

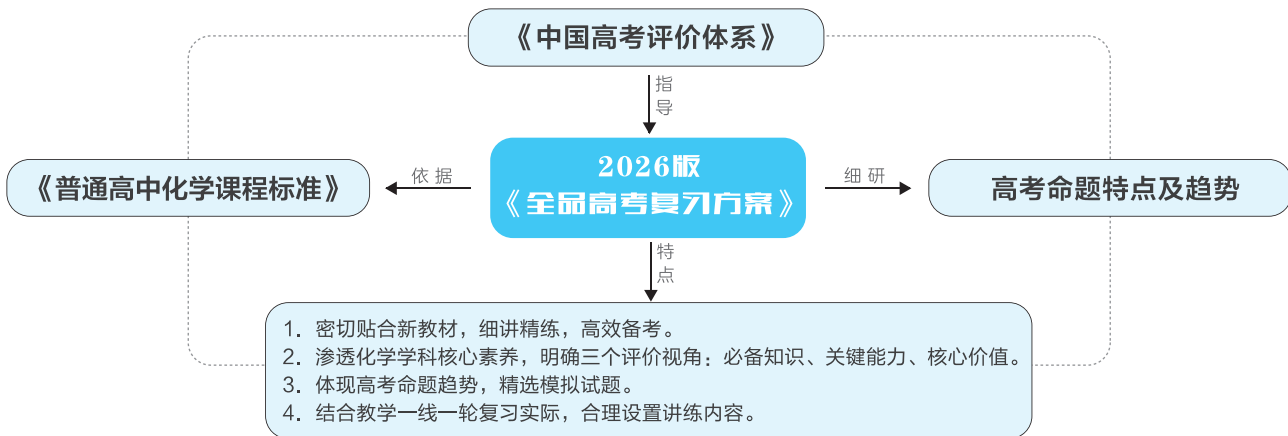
全国版

化学

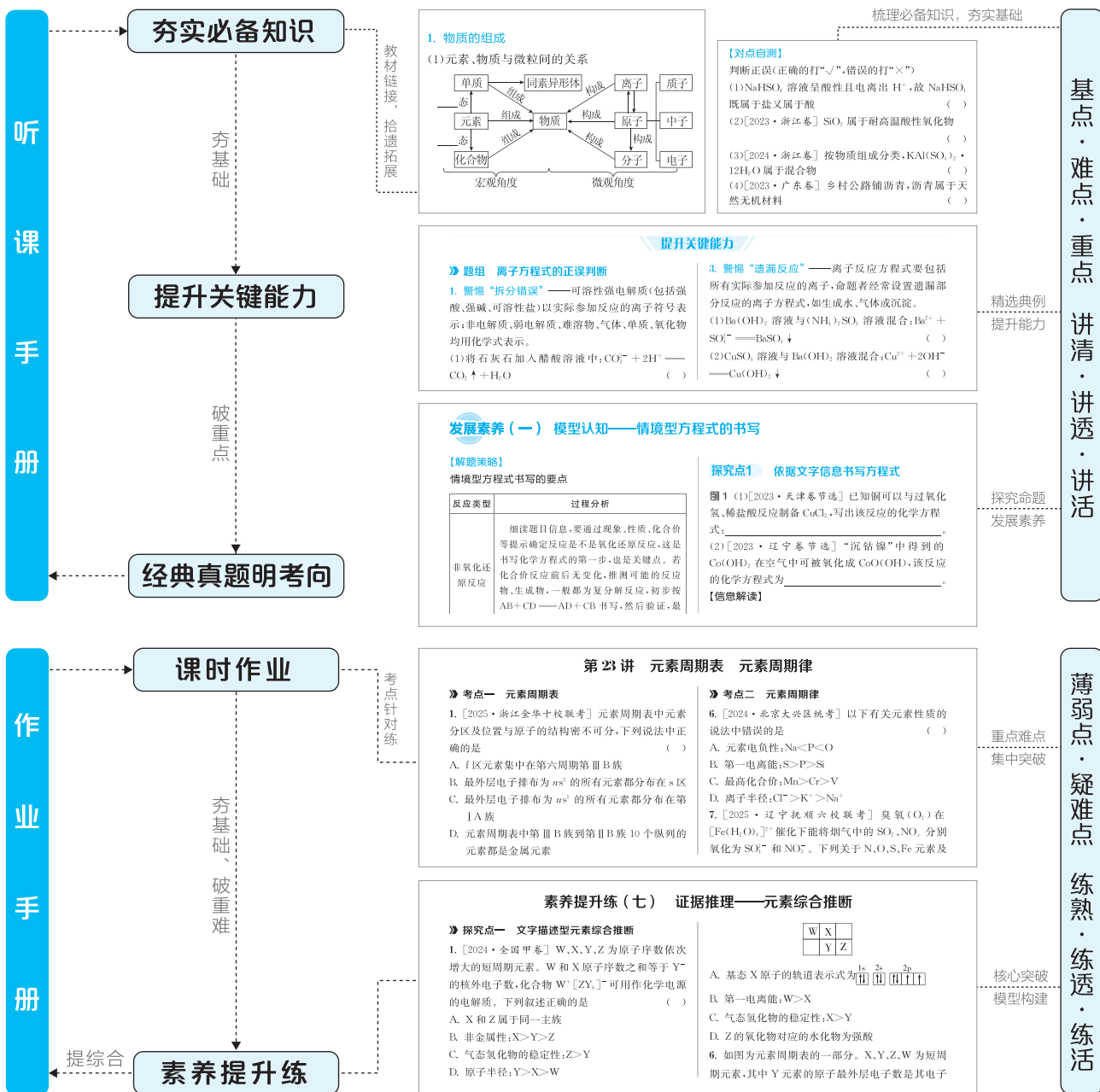
听课手册

新教材 新高考 新一轮

化学



▼ 图书结构与特点



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	006
	第 3 讲 离子共存 离子的检验与推断	012
	第 4 讲 氧化还原反应的基本概念和规律	017
	第 5 讲 氧化还原反应的配平与计算	021
	★发展素养(一) 模型认知——情境型方程式的书写	024
02	第二单元 化学常用计量	
	第 6 讲 物质的量 气体摩尔体积	026
	第 7 讲 物质的量浓度及溶液的配制	029
	★发展素养(二) 宏微辨析—— N_A 的综合应用	034
	★发展素养(三) 模型认知——化学计算的常用方法	036
03	第三单元 化学实验基础	
	第 8 讲 化学实验常用仪器的合理使用	039
	第 9 讲 化学实验基本操作与常识	045
	第 10 讲 物质的分离提纯	049
	教考衔接 1 与苯甲酸相关的分离提纯 / 054	
04	第四单元 重要的金属元素	
	第 11 讲 钠的单质及其氧化物	056
	第 12 讲 碳酸钠和碳酸氢钠 碱金属	060
	第 13 讲 铁及其化合物	065
	第 14 讲 金属材料 金属矿物的开发和利用	072
	★发展素养(四) 科学探究——以金属及其化合物为主体的化学工艺流程分析	079
05	第五单元 化工生产中的重要非金属元素	
	第 15 讲 氯及其化合物	081
	教考衔接 2 氯气的实验室制法 / 086	
	第 16 讲 卤素 海水资源的开发和利用	087
	第 17 讲 硫及其化合物	092
	教考衔接 3 浓硫酸的性质分析 / 098	
	第 18 讲 含硫化合物的转化及应用	099
	第 19 讲 氮及其化合物	102
	第 20 讲 含氮化合物的转化及应用	109
	第 21 讲 无机非金属材料	112
	★发展素养(五) 学科价值——化学与 STSE	116
	★发展素养(六) 科学探究——以非金属及其化合物为主体的“微实验”和“微流程”	118
06	第六单元 物质结构 元素周期律	
	第 22 讲 原子结构 原子核外电子排布	120
	第 23 讲 元素周期表 元素周期律	124
	★发展素养(七) 证据推理——元素综合推断	131
	第 24 讲 化学键 分子结构与性质	132
	第 25 讲 晶体结构与性质 配合物与超分子	141

★发展素养(八) 证据推理——应用相关理论解释物质结构与性质的关系	152
★发展素养(九) 模型认知——晶胞的原子分数坐标 投影图	154

07 第七单元 化学反应与能量

第26讲 化学反应的热效应	156
★发展素养(十) 模型认知——反应热的计算	164
第27讲 原电池 化学电源	165
教考衔接4 锂离子电池模型及应用 / 170	
第28讲 电解池 金属的腐蚀与防护	172
教考衔接5 离子交换膜电解池模型及应用 / 177	
★发展素养(十一) 模型认知——电化学中的“多池”与“多室”	180

08 第八单元 化学反应速率与化学平衡

第29讲 化学反应速率及影响因素	184
教考衔接6 化学反应机理及分析 / 188	
★发展素养(十二) 变化观念——化学反应速率与反应历程	189
第30讲 化学平衡及影响因素	192
★发展素养(十三) 平衡思想——化学平衡常数 K 、 K_p 的计算	199
第31讲 化学反应速率与平衡图像分析	201
第32讲 化学反应的方向与调控	206
★发展素养(十四) 平衡思想——化学平衡原理的应用	209

09 第九单元 水溶液中的离子反应与平衡

第33讲 电离平衡	213
第34讲 水的电离和溶液的 pH	218
第35讲 酸碱中和滴定及拓展应用	222
教考衔接7 滴定曲线的分析及应用 / 224	
第36讲 盐类的水解	229
第37讲 粒子浓度的大小比较	234
第38讲 沉淀溶解平衡	238
★发展素养(十五) 模型认知——与 K_{sp} 相关的计算	243
★发展素养(十六) 证据推理——电解质溶液的图像分析	245

10 第十单元 有机化合物

第39讲 认识有机化合物	248
第40讲 烃	256
第41讲 烃的衍生物(一) 卤代烃 醇 酚 醛和酮	262
第42讲 烃的衍生物(二) 羧酸 羧酸衍生物	270
第43讲 有机合成	274
第44讲 生物大分子 合成高分子	278
★发展素养(十七) 证据推理——有机推断与合成	287
★发展素养(十八) 模型认知——限定条件下同分异构体的书写	290

11 第十一单元 化学实验综合

第45讲 实验方案的设计与评价	292
第46讲 物质制备综合实验	296
第47讲 定量综合实验分析	305
第48讲 探究性综合实验	310

第一单元 物质及其变化

第1讲 物质的分类及转化

复习目标

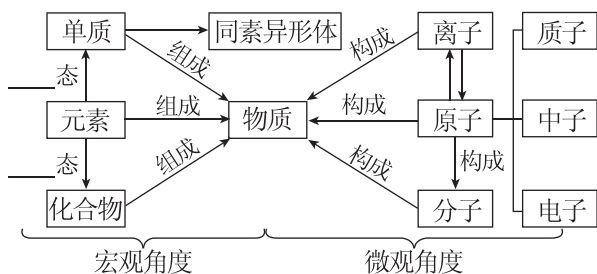
1. 了解元素、分子、原子、离子和原子团等概念的含义。理解混合物和纯净物、单质和化合物、金属和非金属的概念。
2. 理解物理变化与化学变化的区别与联系。理解酸、碱、盐、氧化物的概念及其相互联系。
3. 了解胶体是一种常见的分散系,了解溶液和胶体的区别。

考点一 物质的组成和分类

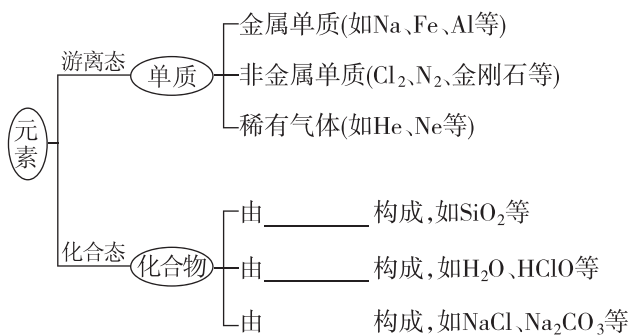
夯实必备知识

1. 物质的组成

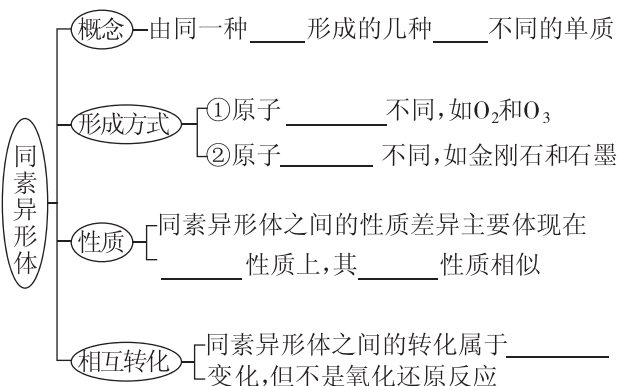
(1) 元素、物质与微粒间的关系



(2) 元素在物质中的两种存在形态

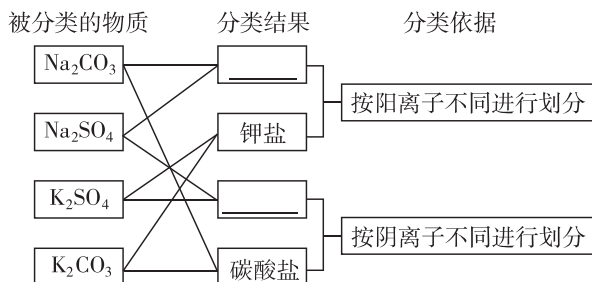


(3) 同素异形体

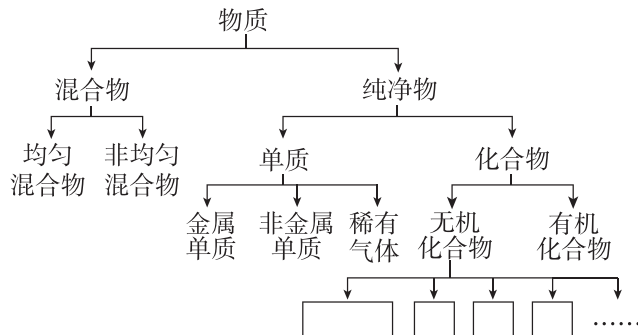


2. 物质的分类

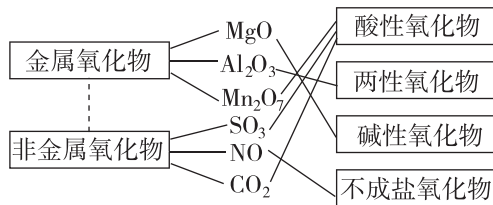
(1) 交叉分类法(对同一物质按多个标准从不同角度进行分类, 分类结果存在交叉关系)



(2) 树状分类法(按不同层次对物质进行逐级分类, 各层次之间属于包含关系)



【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) NaHSO₄ 溶液呈酸性且电离出 H⁺, 故 NaHSO₄ 既属于盐又属于酸 ()

(2) [2023·浙江卷] SiO₂ 属于耐高温酸性氧化物 ()

- (3)[2024·浙江卷] 按物质组成分类, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 属于混合物 ()
- (4)[2023·广东卷] 乡村公路铺沥青, 沥青属于天然无机材料 ()

- (5)[2022·湖北卷] 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 C_{60} 互为同素异形体 ()

提升关键能力

► 题组一 辨析物质组成

1. [2024·广东卷] 龙是中华民族重要的精神象征和文化符号。下列与龙有关的历史文物中, 主要材质为有机高分子的是 ()

A	B	C	D
			
红山玉龙	鎏金铁芯铜龙	云龙纹丝绸	云龙纹瓷瓶

2. [2023·全国新课标卷] 化学在文物的研究和修复中有重要作用。下列说法错误的是 ()
- A. 竹筒的成分之一纤维素属于天然高分子
- B. 龟甲的成分之一羟基磷灰石属于无机物
- C. 古陶瓷修复所用的熟石膏, 其成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- D. 古壁画颜料中所用的铁红, 其成分为 Fe_2O_3

► 题组二 理清物质类别

3. [2024·辽宁沈阳六校联考] 2023 年“文化和自然遗产日”非遗宣传展示活动主题是“加强非遗系统性保护, 促进可持续发展”。下列叙述错误的是 ()
- A. 用皮影戏生动讲述航天故事, “兽皮”的主要成分是蛋白质
- B. 欣赏江南丝竹曲乐, “竹”的主要成分是合成高分子材料
- C. 鉴赏陶瓷玉器, “陶瓷”由黏土发生物理变化和化学变化制成
- D. 体验江南闺绣画, “画”中颜料所用的铁红, 其成分是碱性氧化物
4. [2024·重庆三模] 2024 年 2 月 9 日, 正在太空出差的神舟十七号航天员乘组, 专门录制视频在中国空间站给大家拜年。下列有关说法正确的是 ()
- A. 重庆造“神十七”关键铝材超六成, 铝属于稀土金属
- B. 载人飞船返回舱表面层使用的玻璃纤维属于天然高分子材料
- C. “神十七”使用了砷化镓太阳能电池板, 砷化镓属于半导体材料

- D. “神十七”使用的耐辐照光学石英玻璃属于复合材料

◆◆ 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_2)、天然气(主要成分是 CH_4)、焦炉气(主要成分是 H_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 CO)、高炉煤气、石油气、裂解气等
液体混合物	氨水(NH_3 的水溶液)、氯水、水玻璃(Na_2SiO_3 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、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 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、卤代烃、醇、醛、酯等; 酚类、羧酸(盐)等是电解质
两种重要钠盐	纯碱(Na_2CO_3)、小苏打(NaHCO_3)溶液呈碱性, 但属于盐类, 不属于碱

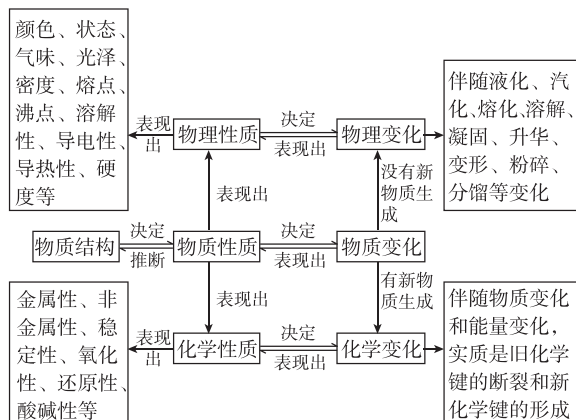
- (3) 正确理解几个不一定

项目	内容
纯净物	只含一种元素的物质不一定是纯净物, 如 O_2 和 O_3 , 金刚石和石墨, 正交硫和单斜硫。结晶水合物属于纯净物, 如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 等物质。有固定分子式的也不一定是纯净物, 如 C_5H_{10} 存在多种同分异构体, 可能是纯净物也可能是混合物
化合物	由非金属元素组成的化合物不一定是共价化合物, 如铵盐。由金属元素和非金属元素组成的化合物不一定是离子化合物, 如 AlCl_3
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 Mn_2O_7 为酸性氧化物、 Al_2O_3 为两性氧化物、 Na_2O_2 为过氧化物)。酸性氧化物不一定是非金属氧化物(如 Mn_2O_7); 非金属氧化物也不一定是酸性氧化物(如 CO 、 NO)

考点二 物质的性质和转化

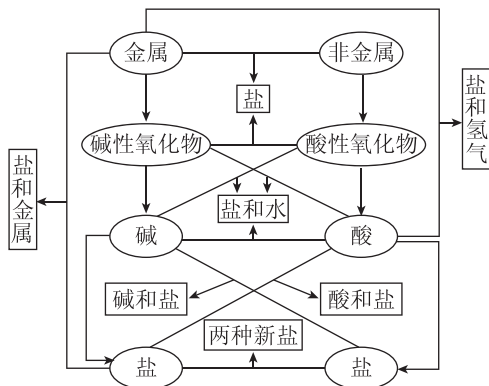
夯实必备知识

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:



【对点自测】

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

(1)用铂丝蘸取 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 、 NaCl 溶液进行焰色试验是化学变化 ()

(2) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的风化、 NaOH 的潮解属于物理变化 ()

(3)石墨在一定条件下转化为金刚石是化学变化 ()

(4)[2022·广东卷] 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 ()

(5)[2022·浙江卷] 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 ()

(6)[2024·广东卷] “雪龙 2”号破冰船极地科考:破冰过程中水发生了化学变化 ()

2. 判断下列转化能否实现,能实现的打“√”,不能实现的打“×”。

(1) $\text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SiO}_3$ ()

(2) $\text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$ ()

(3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Fe}(\text{OH})_3$ ()

提升关键能力

► 题组一 物质的性质、用途及变化

1. [2024·湖南部分学校模拟] 湖南有数量众多的非物质文化遗产,如湘绣、花鼓戏、黑茶、浏阳花炮(烟花)等。化学与非物质文化遗产密不可分。下列说法错误的是 ()

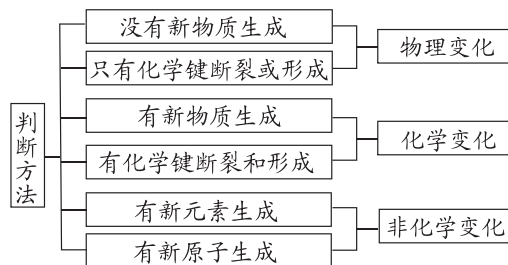
- A. 湘绣所用蚕丝的主要成分为蛋白质
- B. 牛皮所制作的花鼓鼓面耐酸碱腐蚀
- C. 黑茶发酵过程涉及化学变化
- D. 花炮燃放时发生氧化还原反应

2. [2022·湖北卷] 化学与生活密切相关,下列不涉及化学变化的是 ()

- A. 加入明矾后泥水变澄清
- B. 北京冬奥会用水快速制冰
- C. 炖排骨汤时加点醋味道更鲜
- D. 切开的茄子放置后切面变色

◆◆ 归纳总结

1. 物理变化和化学变化的判断方法



2. 常见的物理变化、化学变化

物质变化	物理变化	化学变化
三馏	蒸馏、分馏	干馏
三色	焰色试验	显色反应、指示剂变色反应
五解	潮解	分解、电解、水解、裂解

(续表)

物质变化	物理变化	化学变化
二十化	熔化、汽化、液化、酸化	氢化、氧化、水化、风化、碳化、钝化、催化、皂化、歧化、卤化、硝化、酯化、裂化、油脂的硬化、煤的气化、煤的液化

► 题组二 物质之间的转化关系

3. [2024·江苏徐州模拟] 在给定条件下,下列选项所示的物质间转化能实现的是 ()

- A. $\text{MgCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{石灰乳}} \text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{煅烧}} \text{MgO}$
- B. $\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{Ca}(\text{ClO})_2 \xrightarrow{\text{过量 SO}_2} \text{HClO}$
- C. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{FeCl}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{蒸发}} \text{FeCl}_3(\text{s})$
- D. $\text{CuSO}_4(\text{aq}) \xrightarrow{\text{NaOH(aq)}} \text{Cu}(\text{OH})_2 \text{ 悬浊液} \xrightarrow[\Delta]{\text{蔗糖}} \text{Cu}_2\text{O}$

4. [2024·山东青岛调研] 几种常见物质的转化如图所示(反应条件略)。



下列推断一定错误的是 ()

- A. 若化合物2是淡黄色固体,化合物3为液态氧化物,则化合物4为碱
- B. 若单质1为黑色粉末,化合物2能使澄清石灰水变浑浊,则化合物1易溶于水

C. 反应(1)和(2)是氧化还原反应,反应(3)可能是非氧化还原反应

D. 若化合物1、2、3、4与单质2都含有某种元素,则该元素可能是铁

◆◆ 归纳总结

1. 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。

2. 物质转化中几个易错点分析

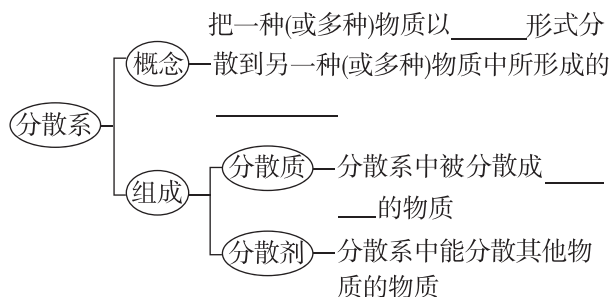
- (1) S 燃烧不能直接生成 SO_3 而是生成 SO_2 。
- (2) Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 与 H_2O 不反应,不能直接转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 H_2SiO_3 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。
- (3) NH_3 经催化氧化不能直接生成 NO_2 。
- (4) Fe 与 Cl_2 反应不能直接生成 FeCl_2 。
- (5) Fe 与 H^+ 、 Cu^{2+} 、 S 、 I_2 反应不能直接生成 Fe^{3+} 。

考点三 分散系 胶体

夯实必备知识

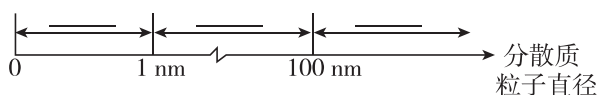
1. 分散系

(1) 概念和组成



(2) 分类

根据分散质粒子的_____将分散系分为溶液、浊液和_____,可用下图直观地表示。

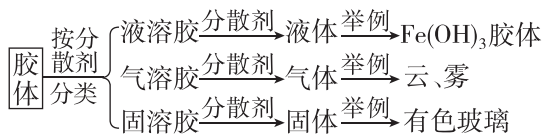


2. 三种分散系比较

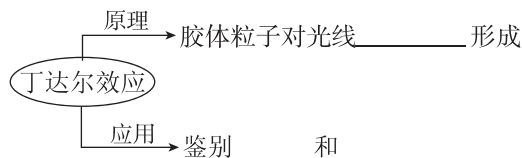
分散系	溶液	胶体	浊液
分散质粒子直径大小	_____	_____	_____
分散质粒子成分	离子或小分子	大分子或离子集合体	巨大分子或离子集合体
分散质能否透过滤纸	_____	_____	_____
实例	食盐水、蔗糖溶液	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	泥水

3. 胶体

(1) 胶体的分类



(2) 胶体的性质及应用

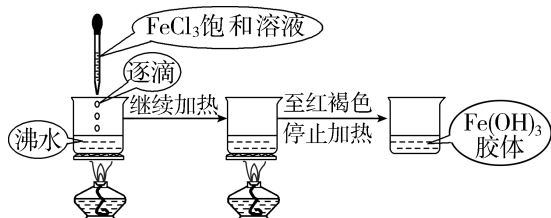


4. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备(如下图)

(1) 反应原理

(2) 操作步骤

向 40 mL 沸水中逐滴加入 5~6 滴 FeCl_3 饱和溶液,继续煮沸至液体呈 $\rightarrow$ 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“ $\downarrow$ ”,应注明“胶体”二字,并注明加热条件。

【对点自测】

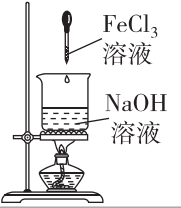
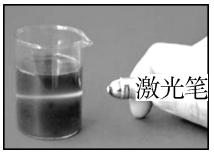
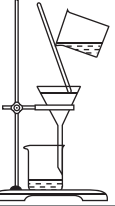
判断正误(正确的打“ $\checkmark$ ”,错误的打“ $\times$ ”)

- (1)[2023·广东卷] 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)[2023·北京卷] 向沸水中滴入饱和 FeCl_3 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 ()
- (4)利用丁达尔效应可以区分蛋白质溶液和食盐水 ()
- (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. 下列为用氯化铁固体制备氢氧化铁胶体的相关实验,可以达到实验目的的是 ()

A	B
配制 FeCl_3 溶液	制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
	
C	D
观察胶体的丁达尔效应	分离 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体与溶液
	

2. [2024·江苏苏南名校检测] 下列事实中,与胶体的性质无关的是 ()

- 将植物油倒入水中,用力搅拌形成油水混合物
- 一束平行光线射入鸡蛋清液体里,从侧面可以看到一束光亮的“通路”
- 用明矾作净水剂,除去水中悬浮杂质
- 用渗析的方法可以除去蛋白质溶液中的 NaCl

◆◆ 易错警示

胶体性质与应用中的易错点

- (1)胶体区别于其他分散系的本质特征是分散质粒子的直径大小,并非丁达尔效应。
- (2)丁达尔效应是物理变化,是胶体粒子对光线的散射作用引起的。
- (3) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中,胶体粒子是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的集合体,故 1 mol Fe^{3+} 完全水解得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子数小于 N_A 。(设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值)
- (4)常见的净水剂: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 等,其净水原理是 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,胶体吸附水中的悬浮杂质,发生聚沉而达到净水的目的。
- (5)明矾只能用于水的净化,不能用作水的消毒剂,因为对水消毒的过程一定发生氧化还原反应。

经典真题 · 明考向

1. [2024·黑吉辽卷] 文物见证历史,化学创造文明。东北三省出土的下列文物据其主要成分不能与其他三项归为一类的是 ()

- A. 金代六曲葵花鎏金银盏
- B. 北燕鸭形玻璃注
- C. 汉代白玉耳杯
- D. 新石器时代彩绘几何纹双腹陶罐

2. [2024·全国新课标卷] 文房四宝是中华传统文化的瑰宝。下列有关叙述错误的是 ()

- A. 羊毛可用于制毛笔,主要成分为蛋白质
- B. 松木可用于制墨,墨的主要成分是单质碳
- C. 竹子可用于造纸,纸的主要成分是纤维素
- D. 大理石可用于制砚台,主要成分为硅酸盐

3. [2024·广东卷] 嘀嗒嘀嗒,时间都去哪儿了! 计时器的发展史铭刻着化学的贡献。下列说法不正确的是 ()

- A. 制作日晷圆盘的石材,属于无机非金属材料
- B. 机械表中由钼钴镍铬等元素组成的发条,其材质属于合金
- C. 基于石英晶体振荡特性计时的石英表,其中石英的成分为 SiC

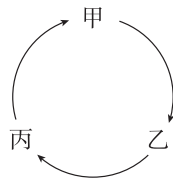
D. 目前“北京时间”授时以铯原子钟为基准, $^{135}_{55}\text{Cs}$ 的质子数为 55

4. [2023·湖南卷] 中华文化源远流长,化学与文化传承密不可分。下列说法错误的是 ()

- A. 青铜器“四羊方尊”的主要材质为合金
- B. 长沙走马楼出土的竹木简牍主要成分是纤维素
- C. 蔡伦采用碱液蒸煮制浆法造纸,该过程不涉及化学变化
- D. 铜官窑彩瓷是以黏土为主要原料,经高温烧制而成

5. [2024·安徽卷] 下列选项中的物质能按图示路径在自然界中转化,且甲和水可以直接生成乙的是 ()

选项	甲	乙	丙
A	Cl_2	NaClO	NaCl
B	SO_2	H_2SO_4	CaSO_4
C	Fe_2O_3	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	FeCl_3
D	CO_2	H_2CO_3	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$



第2讲 离子反应 离子方程式

复习目标

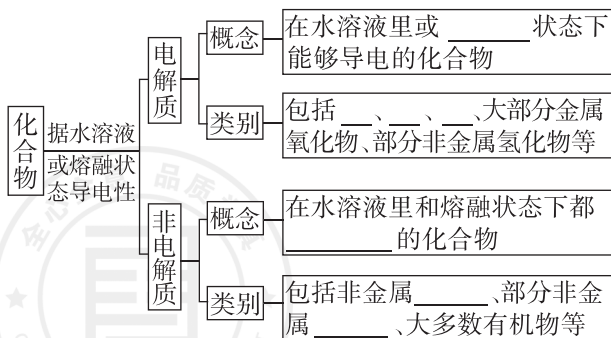
- 了解电解质的概念,了解强电解质和弱电解质的概念。
- 理解电解质在水溶液中的电离以及电解质溶液的导电性。
- 了解离子反应的概念、离子反应发生的条件,能正确书写离子方程式。

考点一 电解质及其电离

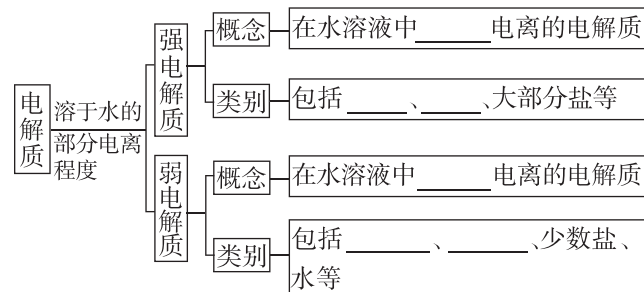
夯实必备知识

1. 电解质及其分类

(1) 电解质和非电解质



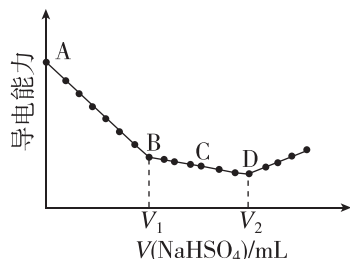
(2) 强电解质和弱电解质



[微点拨] ① 电解质和非电解质都必须是化合物,单质、混合物既不是电解质,也不是非电解质。

④电解质的强弱与电解质溶液导电能力的强弱、溶解性的大小没有直接关系。如碳酸钙,其溶解性小,溶液导电性差,但其属于强电解质。

4. [2024·湖南衡阳模拟] 向一定体积的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中逐滴加入 NaHSO_4 稀溶液,其导电能力随加入的溶液体积变化的曲线如图所示。下列说法中不正确的是 ()

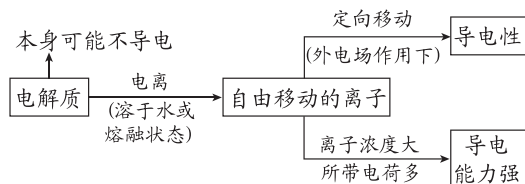


A. AB段反应的离子方程式: $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

B. C点发生反应的离子方程式: $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$
C. D点对应的溶液中存在的离子主要是 Na^+ 、 SO_4^{2-}
D. V_1 、 V_2 的关系为 $V_1 : V_2 = 2 : 5$

◆◆ 归纳总结

电解质的导电性与导电能力强弱的判断

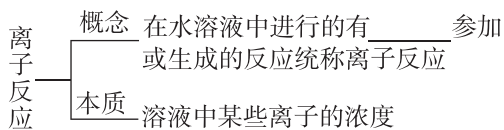


考点二 离子反应 离子方程式

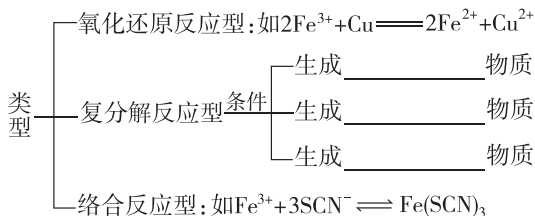
夯实必备知识

1. 离子反应

(1) 概念及本质



(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 Na_2SO_4 溶液和 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质量守恒和电荷守恒

[微点拨] 离子方程式中物质的“拆分”

(1) 一般规律

① 能拆分写成离子形式的物质是易溶的强电解质,包括强酸、强碱、大多数可溶性盐。

② 不能拆分的物质包括单质、氧化物、弱电解质、难溶电解质、气体、浓硫酸以及弱酸的酸式酸根离子。

(2) 微溶物的处理

① 微溶物作为产物视为沉淀,不拆分;

② 作反应物时,澄清溶液拆分为离子,浑浊液不拆分,如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

(3) 产物 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的处理

① 不加热或稀溶液中,写成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

② 加热或浓溶液中,写成 NH_3 和 H_2O 。

【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 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ ()

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

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

(4) NH_4HCO_3 溶液中加过量 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 CuSO_4 溶液中的离子反应为 $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{Cu} \downarrow$ ()

(6) NaHSO_4 溶液中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至溶液呈中性: $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ()

(7) Cl_2 通入水中的离子反应为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$ ()

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”——可溶性强电解质(包括强酸、强碱、可溶性盐)以实际参加反应的离子符号表示;非电解质、弱电解质、难溶物、气体、单质、氧化物均用化学式表示。

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

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

(3) NaHCO_3 溶液中加入稀硫酸: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ()

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

(5)[2024·全国新课标卷] 用草酸标准溶液测定高锰酸钾溶液的浓度: $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ()

2. 警惕“原理错误”——离子反应应符合客观事实,要注意一些看似正确实则不符合“反应原理”的陷阱,注意 Fe 和非氧化性酸反应生成 Fe^{2+} ,金属和氧化性酸反应不生成 H_2 ,应注意隐含反应,“ $\rightleftharpoons$ ”“ $\rightleftharpoons$ ”使用是否正确以及反应条件等。

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

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

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

(4)向 NaClO 溶液中通入少量 SO_2 : $2\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HClO} + \text{SO}_3^{2-}$ ()

(5)[2024·全国新课标卷] 试管壁上的银镜用稀硝酸清洗: $\text{Ag} + \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ()

3. 警惕“遗漏反应”——离子反应方程式要包括所有实际参加反应的离子,命题者经常设置遗漏部分反应的离子方程式,如生成水、气体或沉淀。

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

(2) CuSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ ()

(3) NH_4HCO_3 与过量 NaOH 溶液混合: $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ()

(4) $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与过量的 NaOH 溶液反应: $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ ()

(5)向碳酸氢铵溶液中加入过量石灰水: $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ()

4. 警惕“量比错误”——在离子方程式正误判断中,做题时往往忽略相对量的影响,命题者往往设置“离子方程式正确,但不符合相对量”的陷阱。突破“陷阱”的方法:一是审准“相对量”的多少,二是看离子反应是否符合该量。

(1)[2023·浙江卷] 碘化亚铁溶液与等物质的量的氯气: $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$ ()

(2)向次氯酸钙溶液通入过量二氧化碳: $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$ ()

(3)向 Na_2CO_3 溶液中加入少量稀硫酸: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ()

(4)少量 NaHCO_3 溶液与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应: $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ()

(5)明矾溶液中加入少量氢氧化钡溶液: $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$ ()

5. 警惕“守恒陷阱”——离子方程式除符合质量守恒外,还应符合电荷守恒,做题时往往只注意质量守恒,而忽略电荷守恒,这也是命题者经常设置的“陷阱”。

- (1)金属钠与水反应: $\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=\text{Na}^++2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ ()
- (2)利用 FeCl_3 溶液蚀刻覆铜电路板: $\text{Fe}^{3+}+\text{Cu}=\text{Fe}^{2+}+\text{Cu}^{2+}$ ()
- (3)用 MnO_2 与浓盐酸共热制 Cl_2 : $\text{MnO}_2+4\text{H}^++2\text{Cl}^-\xrightarrow{\Delta}\text{Mn}^{2+}+\text{Cl}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ ()
- (4)铜与稀硝酸反应: $3\text{Cu}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^-=3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$ ()
- (5) CuSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合: $\text{Cu}^{2+}+\text{SO}_4^{2-}+\text{Ba}^{2+}+\text{OH}^-=\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow+\text{BaSO}_4\downarrow$ ()

思维模型

离子方程式正误判断的审题要点

两易	易溶于水、易电离的强电解质,用实际参加反应的离子表示;非电解质、弱电解质(弱酸、弱碱、水等)、难溶物、气体、氧化物、单质等均用化学式表示
两等	离子方程式两边原子个数相等;电荷总数相等
两查	检查离子方程式中各项是否都有公约数;检查是否漏写某个反应或特殊条件。如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 H_2SO_4 的反应不能书写成 $\text{Ba}^{2+}+\text{OH}^-+\text{SO}_4^{2-}+\text{H}^+=\text{BaSO}_4\downarrow+\text{H}_2\text{O}$
两注意	注意限制条件的影响,如少量、过量等;注意五种符号(“ $\uparrow$ ”“ $\downarrow$ ”“ $\rightarrow$ ”“ $=$ ”“ $\rightleftharpoons$ ”)的正确使用

考点三 与量有关离子方程式的书写

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 H_2S 等)与碱反应

酸不足(或碱过量)时生成正盐,如 $\text{H}_2\text{S}+2\text{OH}^-=\text{S}^{2-}+2\text{H}_2\text{O}$,酸过量(或碱不足)时生成酸式盐,如 $\text{H}_2\text{S}+\text{OH}^-=\text{HS}^-+\text{H}_2\text{O}$ 。

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 $2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-+\text{CO}_2=2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}+\text{H}_2\text{O}$;酸过量(或盐不足)时生成酸式盐,如 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-+\text{CO}_2=\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+\text{HCO}_3^-$ 。

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

④Fe 与稀 HNO_3 反应

Fe 过量: $3\text{Fe}+2\text{NO}_3^-+8\text{H}^+=3\text{Fe}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$; HNO_3 过量: $\text{Fe}+\text{NO}_3^-+4\text{H}^+=\text{Fe}^{3+}+\text{NO}\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ 。

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

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 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 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 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 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入盐酸至有大量气泡冒出,该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 CO_2 通入澄清石灰水中:

CO_2 少量:_____。

CO_2 过量:_____。

(2)多元弱酸盐与强酸反应。如 Na_2S 溶液加入稀盐酸:

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。若少量,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 CO_2 或 SO_2)与强碱溶液反应,若 CO_2 (或 SO_2)少量,则产物为正盐,若 CO_2 (或 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 FeBr_2 与 Cl_2 反应的离子方程式。

(1)向 FeBr_2 溶液中通入少量 Cl_2 :

(2)向 FeBr_2 溶液中通入与其等物质的量的 Cl_2 :

(3)向 FeBr_2 溶液中通入过量 Cl_2 :

4. 按用量要求书写下列离子方程式。

(1) NH_4HSO_4 溶液与 NaOH 溶液的反应:

NaOH 不足:_____。

NaOH 过量:_____。

(2) FeI_2 溶液与 Cl_2 反应:

Cl_2 少量:_____。

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 NaHCO_3 溶液与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式。

(1) NaHCO_3 不足:_____。

(2) NaHCO_3 过量:_____。

6. 按用量要求书写 KHCO_3 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式。

(1) KHCO_3 不足:_____。

(2) KHCO_3 过量:_____。

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

(1) NaOH 溶液少量:_____。

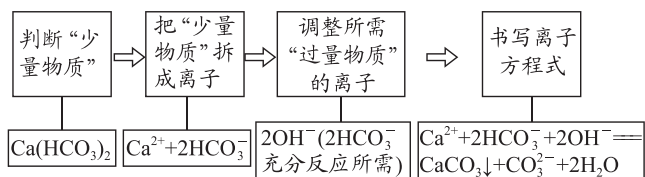
(2) $n[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2] : n(\text{NaOH}) = 1 : 4$ 时:

(3) NaOH 溶液过量:_____。

◆◆ 方法技巧

过量型离子方程式的书写方法

过量型离子反应按照“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 NaOH 溶液的离子方程式的书写方法如下:



经典真题·明考向

1. [2024·全国甲卷] 下列过程对应的离子方程式正确的是 ()

- A. 用氢氟酸刻蚀玻璃: $\text{SiO}_3^{2-} + 4\text{F}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
- B. 用三氯化铁溶液刻制覆铜电路板: $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cu} \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}$

C. 用硫代硫酸钠溶液脱氯: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_3^{2-} + 4\text{Cl}^- + 6\text{H}^+$

D. 用碳酸钠溶液浸泡锅炉水垢中的硫酸钙:
 $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$

2. [2023·湖南卷] 下列有关电极方程式或离子方程式错误的是 ()

- A. 碱性锌锰电池的正极反应: $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}(\text{OH}) + \text{OH}^-$
- B. 铅酸蓄电池充电时的阳极反应: $\text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+$

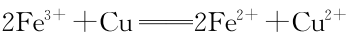
C. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液滴入 FeCl_2 溶液中: $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$

D. TiCl_4 加入水中: $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^-$

3. [2024·浙江卷] 下列离子方程式正确的是 ()

- A. 用 CuSO_4 溶液除 H_2S 气体: $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$
- B. H_2SO_3 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$
- C. NaHCO_3 溶液中通入少量 Cl_2 : $2\text{HCO}_3^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

D. 用 FeCl_3 溶液刻蚀覆铜板制作印刷电路板:



4. [2024·湖北卷] 过量 SO_2 与以下 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液反应, 下列总反应方程式错误的是 ()

	溶液	现象	化学方程式
A	Na_2S	产生淡黄色沉淀	$3\text{SO}_2 + 2\text{Na}_2\text{S} \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_3$
B	FeCl_3	溶液由棕黄色变浅绿色	$2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
C	CuCl_2	溶液褪色, 产生白色沉淀	$\text{SO}_2 + 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CuCl} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
D	Na_2CO_3 (含酚酞)	溶液由红色变无色	$2\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2\text{NaHSO}_3$

5. [2024·湖南卷] 下列过程中, 对应的反应方程式错误的是 ()

A	《天工开物》记载用炉甘石 (ZnCO_3) 火法炼锌	$2\text{ZnCO}_3 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Zn} + 3\text{CO} \uparrow$
B	CaH_2 用作野外生氢剂	$\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$
C	饱和 Na_2CO_3 溶液浸泡锅炉水垢	$\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
D	绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 处理酸性工业废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

第3讲 离子共存 离子的检验与推断

复习目标

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。

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_____ ; 若离子之间能_____, 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	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}	MnO_4^-
溶液颜色	蓝色	_____	浅绿色	_____

(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	OH^- 、弱酸根阴离子(如 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 CH_3COO^- 等)、弱酸的酸式酸根阴离子(如 HS^- 、 HCO_3^- 、 HSO_3^- 等)
强碱性	H^+ 、弱碱阳离子(如 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 等)、弱酸的酸式酸根阴离子(如 HS^- 、 HCO_3^- 、 HSO_3^- 等)
强氧化性	S^{2-} (HS^-)、 SO_3^{2-} (HSO_3^-)、 I^- 、 Fe^{2+} 等还原性离子
强还原性	ClO^- 、 MnO_4^- 、 NO_3^- (H^+)、 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 NH_4HCO_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 Fe^{3+} 的溶液,隐含信息为溶液呈酸性,并
具有较强_____。
- ②含有大量 ClO^- 或 NO_3^- (H^+) 的溶液,隐含信息为
溶液具有_____。
- ③含有大量 Fe^{2+} 的溶液,隐含信息为溶液具有_____。
- ④含有大量 S^{2-} 、 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 Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 、
 NH_4^+ 与 OH^- 、 HCO_3^- 与 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
 Fe^{3+} 与_____, NO_3^- (H^+) 与_____, I^- 、
 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 Al^{3+} 与_____, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 S^{2-} 、
 HS^- 等。
- ④发生络合反应。
离子间因发生络合反应而不能大量共存,如 Fe^{3+} 与
_____等。

[对点自测]

判断下列离子能否大量共存(一定能大量共存的打
“√”,可能或不能大量共存的打“×”)

- (1)与铝反应产生大量氢气的溶液中: Na^+ 、 NH_4^+ 、
 CO_3^{2-} 、 NO_3^- ()
- (2)水电离的 $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液
中: K^+ 、 Na^+ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 CO_3^{2-} ()
- (3)在 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KNO_3 溶液中: H^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、
 SO_4^{2-} ()
- (4)在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI 溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 ClO^- 、 OH^- ()
- (5)在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液中: K^+ 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、
 HSO_3^- ()

提升关键能力

► 题组一 题干中无限制条件的离子共存

- 1. 下列各组离子能大量共存的是 ()
A. H^+ 、 Cl^- 、 K^+ 、 SiO_3^{2-}

- B. ClO^- 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 I^-
- C. K^+ 、 Na^+ 、 HCO_3^- 、 Ca^{2+}
- D. Fe^{3+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 I^-

2. 下列各组离子能在溶液中大量共存的是 ()
- A. Ag^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
- B. Ba^{2+} 、 Cl^- 、 H^+ 、 SO_4^{2-}
- C. H^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+
- D. Na^+ 、 Ba^{2+} 、 OH^- 、 NO_3^-

◆◆ 规律小结

判断离子能否共存的方法

判断一些常见离子能否和其他离子大量共存时,一般从以下几个方面考虑:

- (1) CO_3^{2-} 考虑生成气体和沉淀。
- (2) SO_3^{2-} 考虑生成气体、沉淀和其还原性。
- (3) Fe^{3+} 考虑生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、完全水解及其氧化性。
- (4) I^- 考虑生成 AgI 沉淀和其还原性。
- (5) $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$ 考虑酸性及 NO_3^- 在酸性条件下的强氧化性。
- (6) $\text{MnO}_4^- (\text{H}^+)$ 考虑溶液颜色及强氧化性。

► 题组二 题干中有限制条件的离子共存

3. 常温下,下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()
- A. 中性溶液中: Fe^{3+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- B. $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 8$ 的溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 CH_3COO^-
- C. 明矾溶液中: NH_4^+ 、 K^+ 、 I^- 、 Br^-
- D. 加入铝粉会产生 H_2 的溶液中: Cu^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 ClO^-
4. [2024·湖北武汉名校联考] 常温下,下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()
- A. 在澄清透明的溶液中: Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- B. 能使甲基橙显红色的溶液中: Zn^{2+} 、 H^+ 、 ClO^- 、 I^-
- C. 含 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHSO}_4$ 的溶液中: K^+ 、 Al^{3+} 、 NO_3^- 、 SiO_3^{2-}

- D. $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 1.0 \times 10^{-12}$ 的溶液中: NH_4^+ 、 Na^+ 、 HCO_3^- 、 NO_3^-

◆◆ 规律小结

离子共存中常考的限制条件解读分析

限制条件	分析解读
无色溶液	有色离子不能大量存在(透明溶液中可能含有色离子)
使甲基橙呈红色或 $\text{pH}=1$ (常温下)	溶液显酸性, OH^- 及弱酸的阴离子不能大量存在
遇酚酞呈红色或 $\text{pH}=13$ (常温下)	溶液呈碱性, H^+ 、弱碱的阳离子及多元弱酸的酸式酸根离子不能大量存在
与 Al 反应放出 H_2	溶液可能显酸性,也可能显强碱性,显酸性时不能含 NO_3^-
由水电离出的 $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	水的电离受到抑制,该溶液可能是酸溶液,也可能是碱溶液
通入过量的 CO_2 (或 NH_3)	溶液呈酸性(或碱性)
因发生氧化还原反应而不能大量共存	能发生氧化还原反应的氧化性离子和还原性离子不能大量共存
“一定能”“可能”或“不能”大量共存	确定是“可能性”还是“肯定性”
加水稀释, $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}$ 减小	说明该溶液呈酸性[稀释的是溶质, $c(\text{H}^+)$ 减小,而 $c(\text{OH}^-)$ 增大]
常温下,某溶液中 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 12$	该溶液呈酸性

考点二 离子的检验与推断

夯实必备知识

1. 常见阳离子的检验与推断

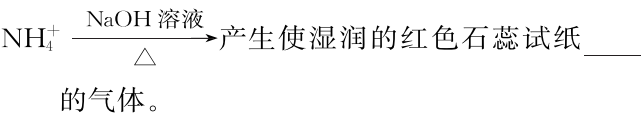
(1)依据生成的沉淀

阳离子	所需试剂	实验现象(依据)
Mg^{2+}	NaOH 溶液	开始产生_____色沉淀, NaOH 溶液过量时沉淀_____
Al^{3+}	NaOH 溶液	开始产生_____色沉淀, NaOH 溶液过量时沉淀_____

(续表)

阳离子	所需试剂	实验现象(依据)
Fe^{3+}	NaOH 溶液	产生_____色沉淀
Fe^{2+}	NaOH 溶液	开始产生_____色沉淀,迅速变成灰绿色,最后变成_____色
	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液	产生_____色沉淀
Cu^{2+}	NaOH 溶液	产生_____色沉淀

(2)依据生成气体



(3)依据显示的特殊颜色

阳离子	试剂或方法	实验现象(依据)
Na^+	焰色试验	火焰呈_____
K^+	焰色试验	火焰呈_____ (透过蓝色钴玻璃观察)
Fe^{3+}	KSCN 溶液	溶液呈_____
Fe^{2+}	先加 KSCN 溶液, 后滴加氯水	开始无明显现象, 滴加氯水后溶液变_____

2. 常见阴离子的检验与推断

(1)依据生成的沉淀

阴离子	所需试剂	实验现象(依据)
Cl^-	AgNO_3 溶液 + 稀硝酸	生成_____沉淀(AgCl)
Br^-		生成_____沉淀(AgBr)
I^-		生成_____沉淀(AgI)
SO_4^{2-}	BaCl_2 溶液 + 稀盐酸	加入稀盐酸无明显现象, 再滴加 BaCl_2 溶液产生_____沉淀
CO_3^{2-}	CaCl_2 溶液 + 稀盐酸	加入 CaCl_2 溶液产生白色沉淀, 再滴加稀盐酸, 沉淀_____, 产生无色_____的气体

(2)依据生成的气体

阴离子	所需试剂	实验现象(依据)
CO_3^{2-}	稀盐酸 + 澄清石灰水	产生无色无味且能使澄清石灰水变浑浊的气体
HCO_3^-		
SO_3^{2-}	稀硫酸 + 品红溶液	加稀硫酸产生无色、_____气味的气体, 能使品红溶液_____, 加热后品红溶液恢复红色
HSO_3^-		

【对点自测】

判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

- (1)向某溶液中加入 BaCl_2 溶液,有白色沉淀生成,再加入稀盐酸,沉淀不消失,则溶液中一定存在 SO_4^{2-} ()
- (2)加入稀 NaOH 溶液,用湿润的红色石蕊试纸检验,不变蓝,则原溶液中不含 NH_4^+ ()
- (3)向某溶液中加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液,有白色沉淀生成,则该溶液中一定存在 CO_3^{2-} ()
- (4)滴加 KSCN 溶液无现象,将所得溶液加入饱和氯水中,溶液不变红色,则溶液中一定不存在 Fe^{2+} ()
- (5)取待测液进行焰色试验,火焰呈紫色(透过蓝色钴玻璃观察),则该溶液中一定含 K^+ ,不能判断是否含 Na^+ ()
- (6)无色溶液中加入 CCl_4 无现象,滴加氯水后 CCl_4 层呈紫红色,则溶液中一定存在 I^- ()

提升关键能力

► 题组一 离子检验

1. 在同时有离子 Y 存在时,欲用一种试剂 Z 来检验盐溶液中的离子 X,此检验仍可以判别的是 ()

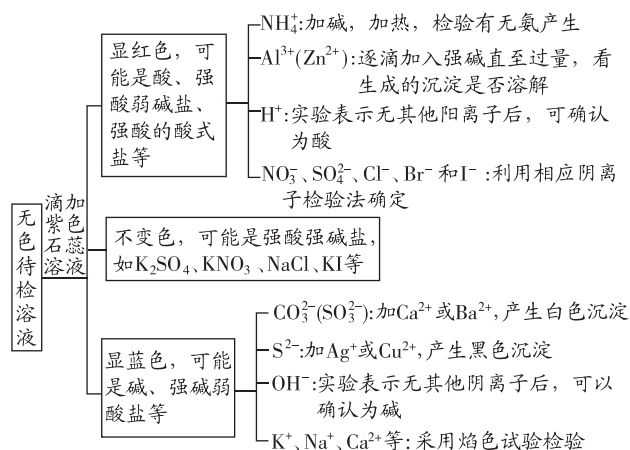
选项	试剂 Z	离子 X	离子 Y
A	NaOH 溶液	Ba^{2+}	Mg^{2+}
B	AgNO_3 溶液	Cl^-	SO_4^{2-}
C	H_2SO_4 溶液	Ba^{2+}	Mg^{2+}
D	BaCl_2 溶液	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}

2. 根据下列实验内容得出的结论正确的是 ()

选项	实验内容	结论
A	某物质的水溶液能使红色石蕊试纸变蓝	该物质中一定含有 OH^- ,而且一定是碱
B	向废液中加入少量的葡萄糖溶液,无砖红色沉淀产生	废液中不含 Cu^{2+}
C	向某物质的水溶液中加入盐酸能产生无色无味气体	该溶液中一定含有大量 CO_3^{2-}
D	向某溶液中滴加 NaOH 溶液,先产生白色沉淀,后沉淀溶解	该溶液中可能含有 Al^{3+}

◆◆ 方法技巧

无色溶液中离子检验的一般思路



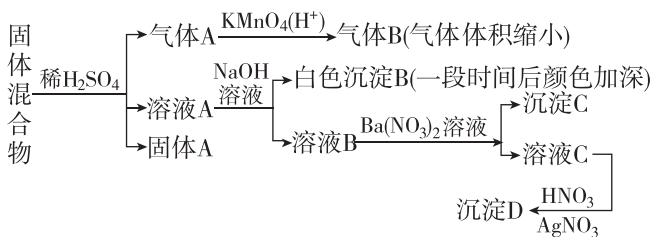
► 题组二 离子推断

3. X溶液中含有如表所示离子中的某5种，且其浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (不考虑水的电离与离子水解)。向X溶液中加入足量稀盐酸，有无色气体生成，经分析，反应前后阴离子种类没有发生变化。下列叙述错误的是 ()

阳离子	阴离子
Na^+ 、 Fe^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+}	OH^- 、 NO_3^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

- A. X溶液中不可能含有 HCO_3^- 、 CO_3^{2-}
 B. 生成无色气体的离子方程式为 $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 C. 根据电荷守恒，原溶液中一定含 Mg^{2+}
 D. X溶液中一定含3种阳离子、2种阴离子
 4. [2024·河北邢台五岳联盟联考] 某固体混合物可能由 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 FeS 、 Na_2SO_3 、 Na_2CO_3 、 BaCl_2 中的若干种物质组成，设计部分实验方案探究其成分，

所加试剂均过量，下列说法正确的是 ()



- A. 气体A中一定含有 SO_2
 B. 固体A中一定含有S和 BaSO_4
 C. 该固体混合物至少含 Fe_2O_3 和 FeS 中的一种
 D. 该固体混合物中一定含有 Na_2CO_3 、 BaCl_2 、 SiO_2

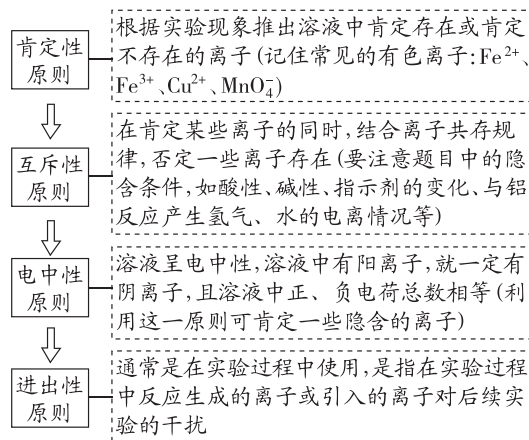
◆◆ 方法技巧

离子推断的解题模型

第一步：审清题意，一般包括通读题目、判明条件、知识回顾、确定解题方向。

第二步：寻求突破，寻找解题的突破口，即所谓的“题眼”。

第三步：猜测分析，从“题眼”出发，联系相应实验现象、物质性质和所学知识，结合下面“四项”原则，进行大胆猜测，运用多种思维模式进行综合分析、推理，初步得出结论。



第四步：验证假设，将初步得出的结论或结果代入原理检验，完全符合才算正确。

第五步：规范答题，根据题目要求，进行规范书写、答题。

经典真题 · 明考向

1. [2024·浙江卷] 在溶液中能大量共存的离子组是 ()
 A. H^+ 、 I^- 、 Ba^{2+} 、 NO_3^-
 B. Fe^{3+} 、 K^+ 、 CN^- 、 Cl^-
 C. Na^+ 、 SiO_3^{2-} 、 Br^- 、 Ca^{2+}
 D. NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 CH_3COO^- 、 HCO_3^-
 2. [2022·湖北卷] 下列各组离子在给定溶液中能大量共存的是 ()
 A. 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水中： Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 SO_3^{2-}
 B. 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钠溶液中： Fe^{3+} 、 I^- 、 Ba^{2+} 、 HCO_3^-

- C. 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 醋酸溶液中： SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 Br^- 、 H^+
 D. 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸银溶液中： K^+ 、 Cl^- 、 Na^+ 、 CO_3^{2-}
 3. [2023·辽宁卷] 下列鉴别或检验不能达到实验目的的是 ()
 A. 用石灰水鉴别 Na_2CO_3 与 NaHCO_3
 B. 用 KSCN 溶液检验 FeSO_4 是否变质
 C. 用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液检验 Na_2SO_3 是否被氧化
 D. 加热条件下用银氨溶液检验乙醇中是否混有乙醛