



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业



全品

高考复习方案

主编：肖德好

听课手册
化学
YN

CONTENTS 目录



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 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

教考衔接 1 汽车尾气处理中的氧化还原反应 / 021

- 第 5 讲 氧化还原反应的配平与计算 022

发展素养(一) 模型认知——情境型方程式的书写 025

02 第二单元 化学常用计量

- 第 6 讲 物质的量 气体摩尔体积 027
- 第 7 讲 物质的量浓度及溶液的配制 031

发展素养(二) 宏微辨析—— N_A 的综合应用 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 040

教考衔接 2 与实验有关的图标及说明 / 045

- 第 9 讲 化学实验基本操作与常识 047

- 第 10 讲 物质的分离提纯 052

教考衔接 3 与苯甲酸相关的分离提纯 / 056

04 第四单元 重要的金属元素

- 第 11 讲 钠的单质及其氧化物 058

- 第 12 讲 碳酸钠和碳酸氢钠 碱金属 062

- 第 13 讲 铁及其化合物 067

教考衔接 4 铁和水蒸气的反应 / 074

- 第 14 讲 金属材料 金属矿物的开发和利用 075

发展素养(三) 科学探究——以金属及其化合物为主体的化学工艺流程分析 082

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	085
第 16 讲	卤素 海水资源的开发和利用	091
第 17 讲	硫及其化合物	095
第 18 讲	含硫化合物的转化及应用	101
教考衔接 5 用化学沉淀法除去粗盐中的杂质离子 / 104		
第 19 讲	氮及其化合物	106
第 20 讲	含氮化合物的转化及应用	114
教考衔接 6 工业制硝酸的原理及分析 / 117		
第 21 讲	无机非金属材料	118
★发展素养(四) 科学探究——以非金属及其化合物为主体的“微实验”和“微流程”		122

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	124
第 23 讲	元素周期表 元素周期律	128
★发展素养(五) 证据推理——元素综合推断		134
第 24 讲	化学键 分子结构与性质	136
第 25 讲	晶体结构与性质 配合物与超分子	144
教考衔接 7 配合物的形成与性质 / 154		
★发展素养(六) 证据推理——应用相关理论解释物质结构与性质的关系		156
★发展素养(七) 模型认知——晶胞的原子分数坐标 投影图		159

07

第七单元 化学反应与能量

第 26 讲	化学反应的热效应	161
第 27 讲	原电池 化学电源	169
第 28 讲	电解池 金属的腐蚀与防护	175
教考衔接 8 离子交换膜电解池模型及应用 / 179		
★发展素养(八) 模型认知——电化学中的“多池”与“多室”		183

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	186
教考衔接 9 化学反应机理及分析 / 190		
★发展素养(九) 变化观念——化学反应速率与反应历程		192
第 30 讲	化学平衡及影响因素	194
★发展素养(十) 平衡思想——化学平衡常数 K 、 K_p 的计算		200

第 31 讲	化学反应速率与平衡图像分析	202
第 32 讲	化学反应的方向与调控	207
✦ 发展素养(十一)	平衡思想——化学平衡原理的应用	211

09 第九单元 水溶液中的离子反应与平衡

第 33 讲	电离平衡	214
第 34 讲	水的电离和溶液的 pH	219
第 35 讲	酸碱中和滴定及拓展应用	223
	教考衔接 10 滴定曲线的分析及应用 / 225	
第 36 讲	盐类的水解	230
第 37 讲	电解质溶液图像分析	235
第 38 讲	沉淀溶解平衡及应用	240
第 39 讲	沉淀溶解平衡图像分析	245
✦ 发展素养(十二)	模型认知——与 K_{sp} 相关的计算	250

10 第十单元 有机化合物

第 40 讲	认识有机化合物	252
第 41 讲	烃	260
第 42 讲	烃的衍生物(一) 卤代烃 醇 酚 醛和酮	266
第 43 讲	烃的衍生物(二) 羧酸 羧酸衍生物	274
第 44 讲	有机合成	279
第 45 讲	生物大分子 合成高分子	284
✦ 发展素养(十三)	证据推理——有机推断与合成	291
✦ 发展素养(十四)	模型认知——限定条件下同分异构体的书写及副产物的判断	294

11 第十一单元 化学实验综合

第 46 讲	实验方案的设计与评价	297
第 47 讲	物质制备综合实验	301
第 48 讲	定量综合实验分析	302
第 49 讲	探究性综合实验	318

作业手册 [单独成册 P387~P528]

参考答案(听课手册) [单独成册 P324~P386]

参考答案(作业手册) [单独成册 P530~P600]



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

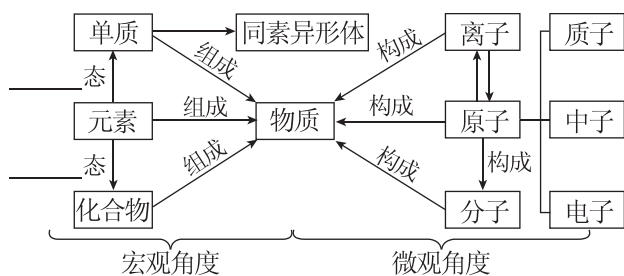
1. 了解元素、分子、原子、离子和原子团等概念的含义。理解混合物和纯净物、单质和化合物、金属和非金属的概念。
2. 理解物理变化与化学变化的区别与联系。理解酸、碱、盐、氧化物的概念及其相互联系。
3. 了解胶体是一种常见的分散系,了解溶液和胶体的区别。

考点一 物质的组成和分类

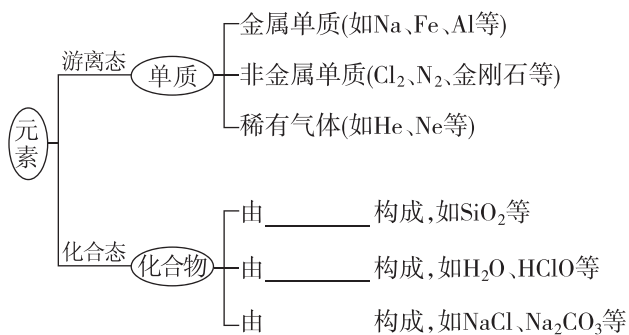
夯实必备知识

1. 物质的组成

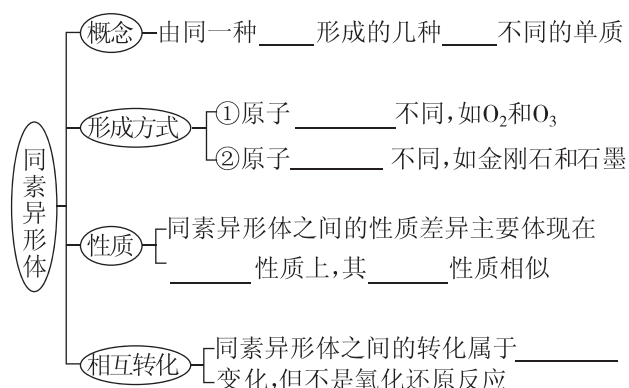
(1) 元素、物质与微粒间的关系



(2) 元素在物质中的两种存在形态

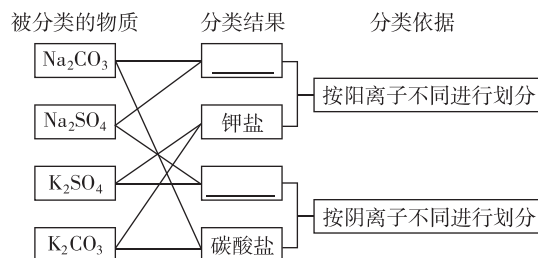


(3) 同素异形体

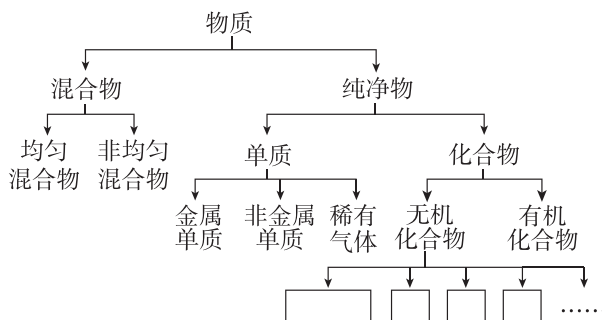


2. 物质的分类

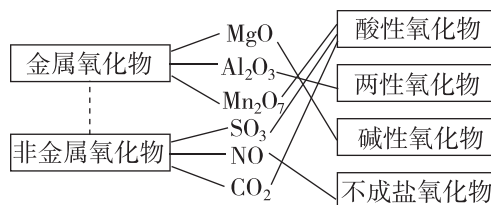
(1) 交叉分类法(对同一物质按多个标准从不同角度进行分类,分类结果存在交叉关系)



(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) NaHSO_4 溶液呈酸性且电离出 H^+ , 故 NaHSO_4 既属于盐又属于酸 ()
- (2) [2023·浙江卷] SiO_2 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 ()

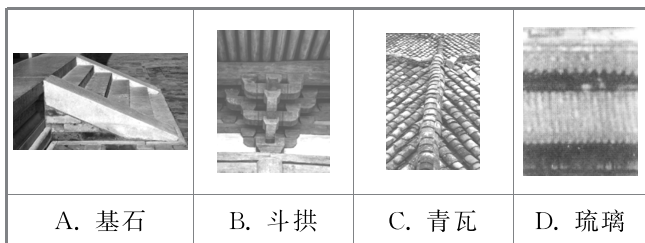
(4) [2023·广东卷] 乡村公路铺沥青, 沥青属于天然无机材料 ()

(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. [2025·河北卷] 河北省古建筑数量大, 历史跨度长, 种类齐全, 在我国建筑史上占有非常重要的地位。下列古建筑组件主要成分属于有机物的是 ()



2. [2025·云南卷] 画中有“化”, 多彩中华。下列叙述正确的是 ()
- A. 岩彩壁画颜料所用贝壳粉, 主要成分属于硅酸盐
- B. 油画颜料调和剂所用核桃油, 属于有机高分子
- C. 竹胎漆画颜料赭石的主要成分氧化铁, 耐酸、碱
- D. 水墨画墨汁的主要成分碳, 常温不易被氧化

► 题组二 理清物质类别

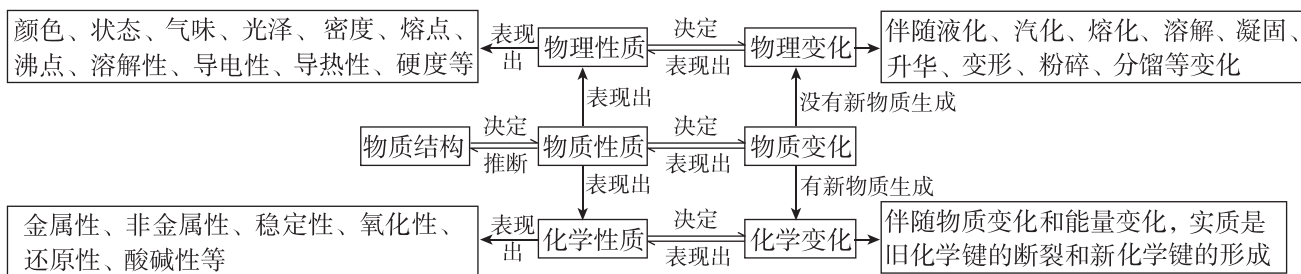
3. [2025·安徽师大附中模拟] 科技是第一生产力, 我国科学家在诸多领域取得新突破。下列说法错误的是 ()
- A. 中国第三艘常规动力航母的燃料油主要成分为烃
- B. 发现了月壤中的“嫦娥石” $[(\text{Ca}_8\text{Y})\text{Fe}(\text{PO}_4)_7]$, 其成分属于无机盐
- C. 革新了海水原位电解制氢工艺, 其关键材料多孔聚四氟乙烯有很强的耐腐蚀性
- D. 神舟十七号问天实验舱使用了石墨烯导热索技术, 石墨烯属于有机高分子材料
4. [2025·安徽江淮十校联考] 分类是化学学习中常用的方法。下列关于物质分类的说法正确的是 ()

选项	碱	酸	盐	酸性氧化物	强电解质
A	纯碱	盐酸	烧碱	二氧化硫	硫酸
B	烧碱	硫酸	食盐	一氧化氮	醋酸铵
C	苛性钠	醋酸	石灰石	二氧化氮	磷酸
D	火碱	碳酸	苏打	三氧化硫	碳酸钙

考点二 物质的性质和转化

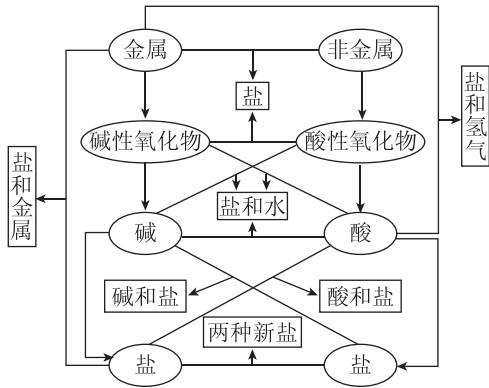
夯实必备知识

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. [2025·陕青宁晋卷] 下列有关物质性质与用途对应关系错误的是 ()

- A. 单晶硅熔点高,可用于制造芯片
- B. 金属铝具有还原性,可用于冶炼金属
- C. 浓硫酸具有吸水性,可用作干燥剂
- D. 乙炔燃烧火焰温度高,可用于切割金属

2. [2025·湖北卷] 下列与生活相关的叙述中,不涉及化学变化的是 ()

- A. 干冰升华助力舞台云雾形成
- B. 珍珠遇酸后失去光泽
- C. 加酶洗衣粉清洗蛋白质污渍
- D. 植物油久置氧化变质

► 题组二 物质之间的转化关系

3. [2025·广东卷] 能满足下列物质间直接转化关系,且推理成立的是 ()

单质 $\text{X} \xrightarrow{\text{O}_2}$ 氧化物1 $\xrightarrow{\text{O}_2}$ 氧化物2 $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ 酸(或碱) $\xrightarrow{\text{NaOH(或HCl)}}$ 盐

- A. X 可为铝,盐的水溶液一定显酸性
- B. X 可为硫,氧化物1 可使品红溶液褪色
- C. X 可为钠,氧化物2 可与水反应生成 H_2
- D. X 可为碳,盐的热稳定性: $\text{NaHCO}_3 > \text{Na}_2\text{CO}_3$

4. [2025·安徽皖江名校联考] 下列各组物质能满足如图所示转化关系的是(图中箭头表示一步转化) ()

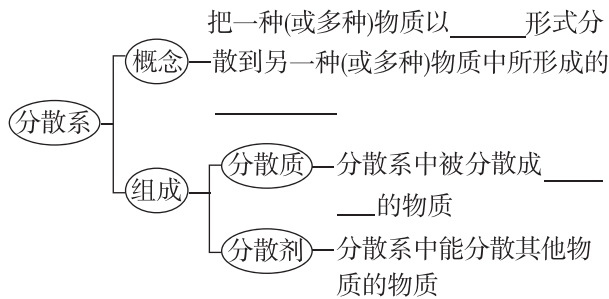
	a	b	c	d
①	Si	SiO_2	H_2SiO_3	Na_2SiO_3
②	Na	NaOH	Na_2CO_3	NaHCO_3
③	Cu	CuO	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	CuSO_4
④	Al	AlCl_3	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

- A. ①③ B. ①② C. ③④ D. ②④

夯实必备知识

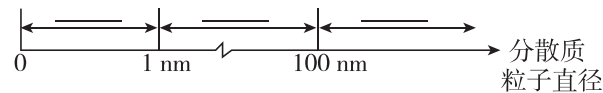
1. 分散系

(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。

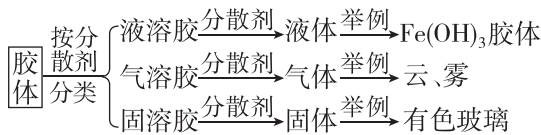


2. 三种分散系比较

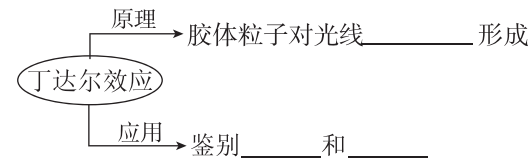
分散系	溶液	胶体	浊液
分散质粒子直径大小	_____	_____	_____
分散质粒子成分	离子或小分子	大分子或离子集合体	巨大分子或离子集合体
分散质能否透过滤纸	_____	_____	_____
实例	食盐水、蔗糖溶液	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	泥水

3. 胶体

(1) 胶体的分类



(2) 胶体的性质及应用

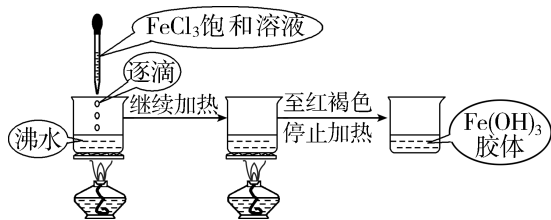


4. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备(如图所示)

(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_____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“×”)

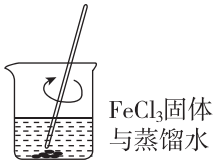
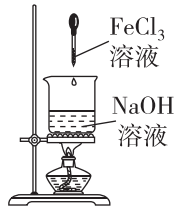
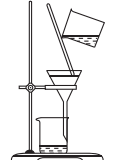
- (1)[2023·广东卷] 晨雾中的光束如梦如幻,是丁达尔效应带来的美景 ()
- (2)“霾尘积聚难见路人”,雾霾所形成的气溶胶能产生丁达尔效应 ()
- (3)[2023·北京卷] 向沸水中滴入饱和 FeCl_3 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 ()
- (4)利用丁达尔效应可以区分蛋白质溶液和食盐水 ()
- (5)将盛有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的烧杯置于暗处,用红色激光笔照射烧杯中的液体,在与光束垂直的方向看到一条光亮的“通路” ()

► 题组 胶体的性质与应用

1. [2025·河北名校联盟联考] 下列关于胶体的叙述不正确的是 ()

- A. 胶体区别于其他分散系的本质特征是分散质微粒的直径在 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ m 之间
- B. 胶体具有杀菌消毒作用,所以可以用于净水
- C. 用平行光照射 NaCl 溶液和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体时,产生的现象不同
- D. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体能够使水中悬浮的固体颗粒沉降,达到净水的目的

2. 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
	

经典真题·明考向

1. [2025·黑吉辽内蒙古卷] 东北三省及内蒙古资源丰富,下列资源转化的主要过程不属于化学变化的是 ()

- A. 石灰石煅烧
- B. 磁铁矿炼铁
- C. 煤的液化
- D. 石油分馏

2. [2025·安徽卷] 下列有关物质用途的说法错误的是 ()

- A. 生石灰可用作脱氧剂
- B. 硫酸铝可用作净水剂
- C. 碳酸氢铵可用作食品膨松剂
- D. 苯甲酸及其钠盐可用作食品防腐剂

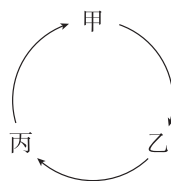
3. [2024·全国新课标卷] 文房四宝是中华优秀传统文化的瑰宝。下列有关叙述错误的是 ()

- 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

4. [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

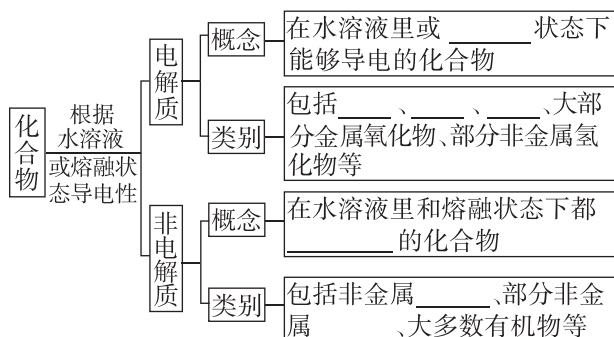
1. 了解电解质的概念,了解强电解质和弱电解质的概念。
2. 理解电解质在水溶液中的电离以及电解质溶液的导电性。
3. 了解离子反应的概念、离子反应发生的条件,能正确书写离子方程式。

考点一 电解质及其电离

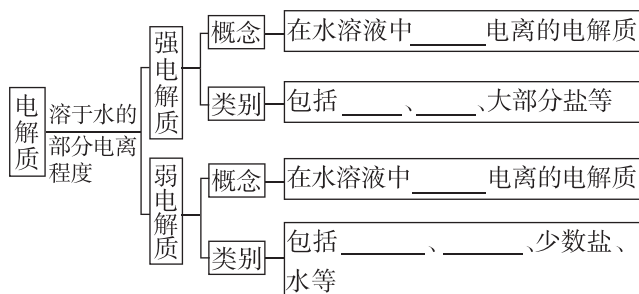
夯实必备知识

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。

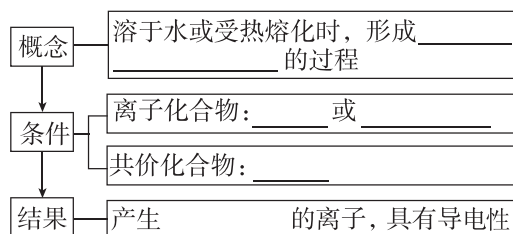
② 自身电离而导电的化合物才是电解质,有些化合物的水溶液虽然能导电,但溶液中导电的离子不是其自身电离产生的,这些化合物属于非电解质,如 SO_2 、 NH_3 等。

③ 电解质不一定导电,如固态 NaCl 、液态 HCl 等;导电物质不一定是电解质,如铁、铝等金属单质。

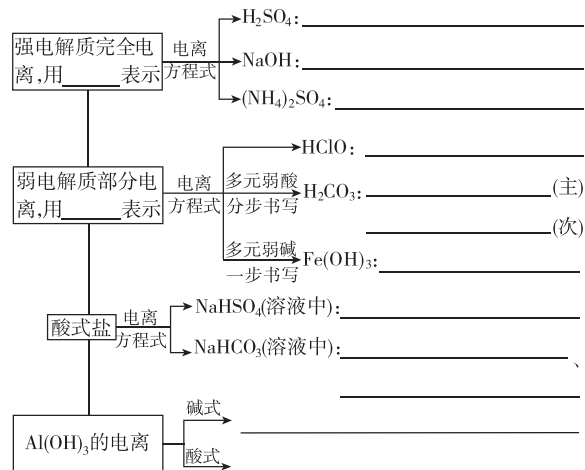
④ 电解质的强弱与电解质溶液导电能力的强弱、溶解性的大小没有直接关系。如 CaCO_3 ,其溶解性小,溶液导电性差,但其属于强电解质。

2. 电解质的电离及表征

(1) 电离的条件及结果



(2) 不同类型电离方程式的书写



【对点自测】

判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

- (1)[2023·浙江卷] 氯化铁属于弱电解质 ()
- (2)[2023·浙江卷] 硫酸铜属于强电解质 ()
- (3) Cl_2 、 SO_2 、 NH_3 的水溶液均导电,故 Cl_2 、 SO_2 、 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) H_2SO_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 ()

► 题组一 电解质的电离及表征

1. 下列说法正确的是 ()
- A. CO_2 的水溶液能导电, 所以 CO_2 是电解质
- B. BaSO_4 难溶于水, 其水溶液的导电能力极弱, 所以 BaSO_4 的电离方程式为 $\text{BaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
- C. 液溴不导电, 所以溴是非电解质
- D. 强电解质溶液的导电能力不一定比弱电解质溶液的导电能力强

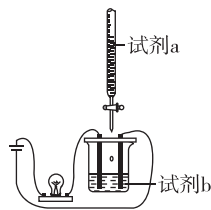
2. [2025 · 河北名校联盟一模] 下列有关电解质的说法正确的是 ()

- ① NaOH 固体溶于水能导电, 所以 NaOH 是电解质
- ② SO_2 的水溶液能导电, 所以 SO_2 是电解质
- ③ 液态铜的导电能力很强, 所以铜是电解质
- ④ FeCl_3 溶液能导电, 所以 FeCl_3 是电解质
- ⑤ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (乙醇) 是化合物, 所以它是电解质
- ⑥ BaSO_4 、 CaCO_3 都是难溶物, 故它们是弱电解质

- A. ①② B. ①④
- C. ①③⑤ D. ②④⑥

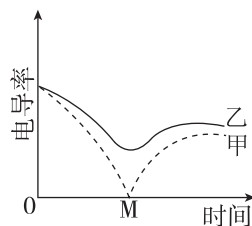
► 题组二 反应过程中溶液的电导性变化

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	CuSO_4	NH_4HCO_3	H_2SO_4	CH_3COOH
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. [2025 · 山西名校联考] 相同条件下, 离子浓度越大, 电导率越大, 溶液的电导性越强。在等体积、等浓度, 且含有酚酞的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中, 分别以相同速率滴加等物质的量浓度的稀硫酸和 Na_2SO_4 溶液, 测得溶液的电导率变化如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 曲线甲对应的是 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 Na_2SO_4 溶液的反应
- B. 曲线甲上的 M 点代表两种溶液恰好完全反应
- C. 曲线乙的电导率减小的过程中, 溶液由红色变为无色
- D. 曲线乙对应的反应中四种离子数目都减少

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

离子反应	概念	在水溶液中进行的有_____参加或生成的反应统称离子反应
	本质	溶液中某些离子的浓度_____

(2) 离子反应发生的条件

类型	复分解反应型	氧化还原反应型: 如 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
		生成_____物质
		生成_____物质
	络合反应型: 如 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$	生成_____物质

2. 离子方程式

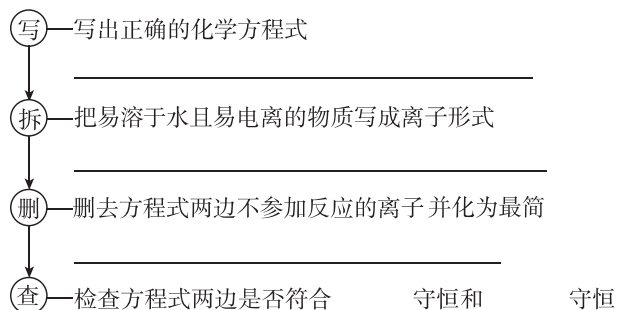
(1) 定义

用实际参加反应的离子的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 NaOH 溶液和盐酸反应、Ca(OH)₂ 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 Na₂SO₄ 溶液和 BaCl₂ 溶液的反应为例)



[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 Ca(OH)₂。

(3) 产物 NH₃·H₂O 的处理

① 不加热或稀溶液中,写成 NH₃·H₂O。

② 加热或浓溶液中,写成 NH₃ 和 H₂O。

【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 NH₃·H₂O + H⁺ = NH₄⁺ + H₂O ()

(2) Fe 和稀盐酸反应: 2Fe + 6H⁺ = 2Fe³⁺ + 3H₂↑ ()

(3) H⁺ + OH⁻ = H₂O 可表示所有强酸和强碱的中和反应 ()

(4) 向 NH₄HCO₃ 溶液中加入过量 NaOH 溶液并加热: NH₄⁺ + OH⁻ $\xrightarrow{\Delta}$ H₂O + NH₃↑ ()

(5) 将 Na 投入 CuSO₄ 溶液中的离子反应为 2Na + Cu²⁺ = 2Na⁺ + Cu↓ ()

(6) 向 NaHSO₄ 溶液中加入 Ba(OH)₂ 溶液至溶液呈中性: Ba²⁺ + OH⁻ + H⁺ + SO₄²⁻ = BaSO₄↓ + H₂O ()

(7) Cl₂ 通入水中的离子反应为 Cl₂ + H₂O = 2H⁺ + Cl⁻ + 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: CO₃²⁻ + 2H⁺ = CO₂↑ + H₂O ()

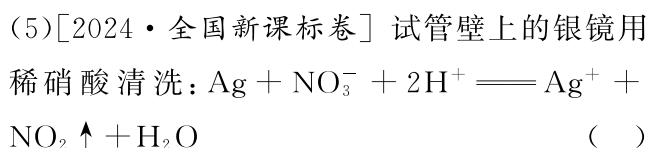
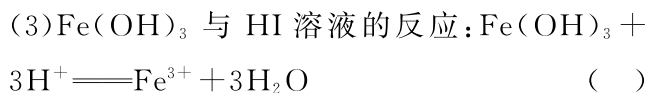
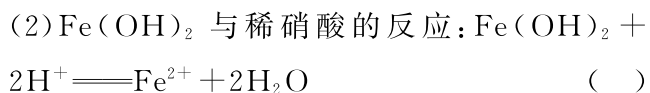
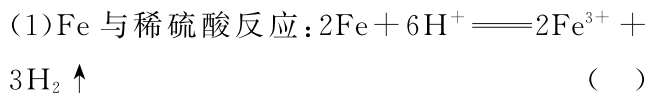
(2) 过氧化钠与水反应: 2O₂²⁻ + 2H₂O = 4OH⁻ + O₂↑ ()

(3) NaHCO₃ 溶液中加入稀硫酸: HCO₃⁻ + H⁺ = CO₂↑ + H₂O ()

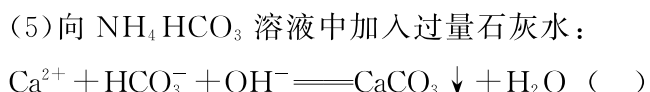
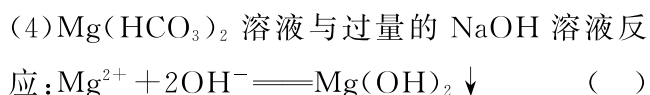
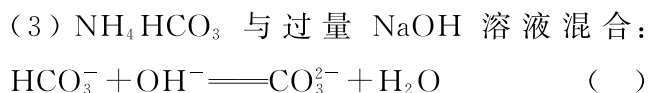
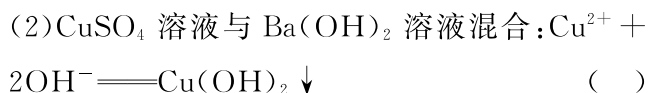
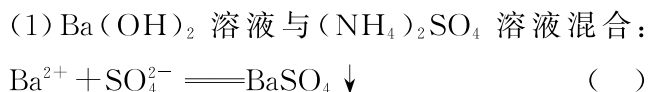
(4) Mg(OH)₂ 溶于稀硫酸中: OH⁻ + H⁺ = H₂O ()

(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: 2MnO₄⁻ + 16H⁺ + 5C₂O₄²⁻ = 2Mn²⁺ + 10CO₂↑ + 8H₂O ()

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 Fe²⁺,金属和氧化性酸反应不生成 H₂,应注意隐含反应,“=”“⇌”使用是否正确以及反应条件等。

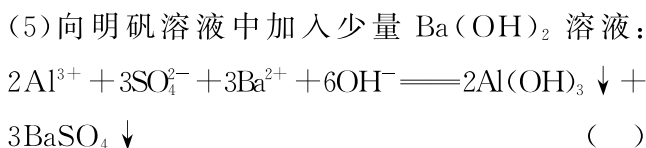
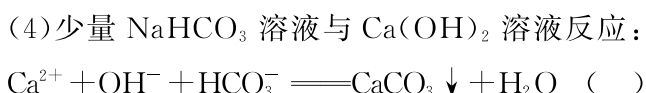
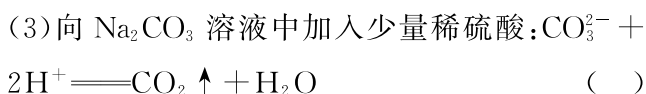
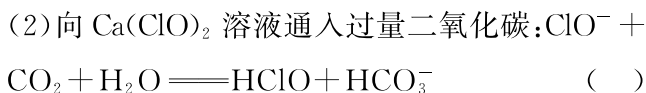
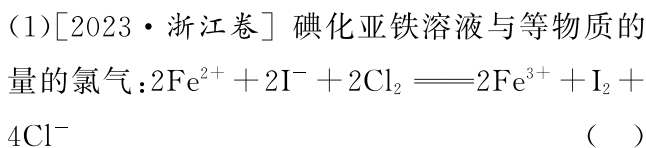


3. 警惕“遗漏反应”——离子反应方程式要包括所有实际参加反应的离子,命题者经常设置遗漏部分反应的离子方程式,如生成水、气体或沉淀。

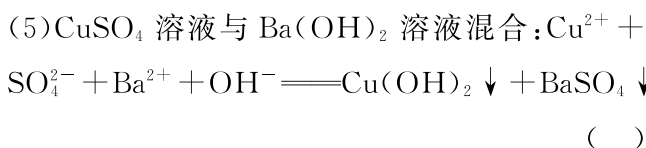
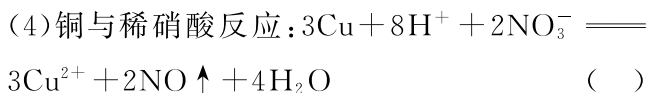
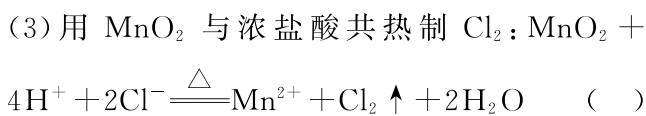
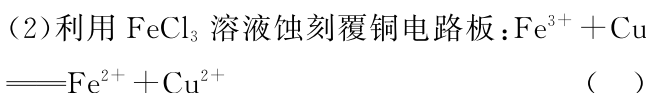
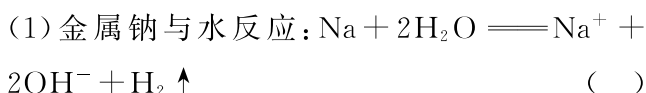


4. 警惕“量比错误”——在离子方程式正误判断中,做题时往往忽略相对量的影响,命题者往往设置“离子方程式正确,但不符合相对量”的陷阱。突破“陷阱”的方法:一是审准“相对量”

的多少,二是看离子反应是否符合该量。



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”。



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 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, 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 HNO_3 反应

Fe 过量: $3\text{Fe} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$; 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 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 $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$

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

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:

_____。

提升关键能力

► 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: _____。

► 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: _____。

_____。

经典真题 · 明考向

1. [2025 · 陕青宁晋卷] 下列有关反应方程式错误的是 ()

A. 泡沫灭火器反应原理: $6\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightleftharpoons 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 6\text{CO}_2 \uparrow$

B. 用金属钠除去甲苯中的微量水: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$

C. 用 NaOH 溶液吸收尾气中的 NO_2 : $2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

D. 氯气通入冷的石灰乳中制漂白粉: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

2. [2025 · 河南卷] 对于下列过程中发生的化学反应。相应离子方程式正确的是 ()

A. 磷酸二氢钠水解: $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{OH}^-$

B. 用稀盐酸浸泡氧化银: $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O}$

C. 向次氯酸钠溶液中加入碘化氢溶液: $\text{ClO}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HClO}$

D. 向硫酸氢钠溶液中滴加少量碳酸氢钡溶液: $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

3. [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	$2\text{ZnCO}_3 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Zn} + 3\text{CO}_2 \uparrow$
B	CaH_2 用作野外生氢剂	$\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$

(续表)

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

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,并具有较强的_____。
- ②含有大量 ClO^- 或 $\text{NO}_3^-(\text{H}^+)$ 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_____, $\text{NO}_3^-(\text{H}^+)$ 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)常温下水电离的 $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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. [2025·青海海东二模] 下列离子能大量共存的是 ()

- A. SO_3^{2-} 、 OH^- 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+}
- B. SO_4^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 H^+ 、 Mg^{2+}
- C. SCN^- 、 NO_3^- 、 Fe^{3+} 、 K^+
- D. Cl^- 、 NO_3^- 、 K^+ 、 Ca^{2+}

2. [2025·湖北襄阳模拟] 常温下,下列各组离子在溶液中能大量共存的是 ()

- A. K^+ 、 CrO_4^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 H^+
- B. NH_4^+ 、 CH_3COO^- 、 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+}

- C. H^+ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 Cl^- 、 K^+
- D. Na^+ 、 Fe^{2+} 、 ClO^- 、 Cl^-

► 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. [2025·河北保定三模] 常温下,下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是 ()
- A. 澄清透明的溶液中: K^+ 、 Mg^{2+} 、 MnO_4^- 、 SO_4^{2-}
- B. $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}=1\times 10^7$ 的溶液中: K^+ 、 NO_3^- 、

- CO_3^{2-} 、 ClO^-
- C. 饱和氯水中: Cl^- 、 Na^+ 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+}
- D. 能使甲基橙变红的溶液中: NH_4^+ 、 Br^- 、 I^- 、 NO_3^-

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_____
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

$\text{NH}_4^+ \xrightarrow[\Delta]{\text{NaOH 溶液}}$ 产生使湿润的红色石蕊试纸_____的气体。

(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

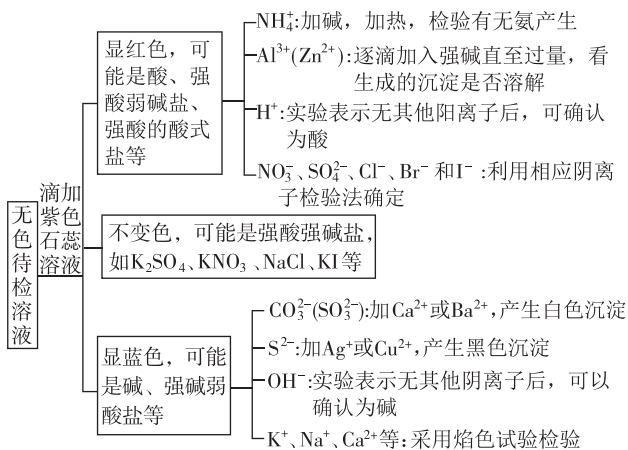
(1)依据生成的沉淀

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_____
HSO_3^-		加热后品红溶液恢复红色

3. 无色溶液中离子检验的一般思路

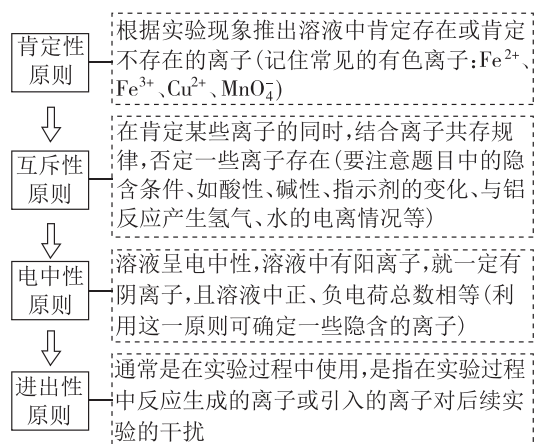


4. 离子推断的解题模型

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。

【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. [2025·山西名校联盟联考] 取某溶液进行离子检验,下列说法正确的是 ()

A. 滴加硫酸酸化,再加 AgNO_3 溶液,产生白色沉淀,该溶液中一定含有 Cl^-

B. 滴加 BaCl_2 溶液,产生不溶于稀硝酸的白色沉淀,该溶液中一定含有 SO_4^{2-}

C. 滴加 KSCN 溶液不变色,再滴加几滴氯水,溶液变红色,该溶液中一定含有 Fe^{2+}

D. 滴加过量盐酸,生成的无色气体使澄清石灰水变浑浊,该溶液中一定含有 CO_3^{2-}

2. [2025·黑龙江双鸭山模拟] 下列由离子检验有关的实验得出的结论正确的是 ()

选项	实验	结论
A	溶液 X 的焰色呈黄色	溶液 X 中一定有 Na^+ , 一定没有 K^+
B	取少量溶液 Y 于试管中, 滴加 H_2O_2 溶液后, 再滴加 KSCN 溶液, 溶液变为红色	溶液 Y 中一定有 Fe^{2+} , 一定没有 Fe^{3+}
C	取少量溶液 Z, 向其中加入少量盐酸酸化的 BaCl_2 溶液, 有白色沉淀产生、无气体生成	溶液 Z 中一定有 SO_4^{2-} , 一定没有 CO_3^{2-}
D	取少量溶液 W, 加入少量淀粉, 无明显现象, 向其中加入新制氯水, 溶液变蓝	溶液 W 中一定有 I^- , 一定没有 Fe^{3+}

► 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 $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
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. [2025·陕西西安三模] 已知: 某废水中可能含有 H^+ 、 K^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的几种, 分别取废水样品 1 L 进行了三组实验, 实验①: 用干净的铂丝蘸取待测液, 在酒精灯上灼烧, 火焰为黄色; 实验②: 向待测液中滴入 NaOH 溶液, 产生白色沉淀; 实验③: 向待测液中加入足量 BaCl_2 溶液产生白色沉淀。下列说法不正确的是 ()
- A. 实验③白色沉淀一定是 BaSO_4
B. 废水中一定存在的阴离子为 SO_4^{2-} , 一定不存在的阴离子为 CO_3^{2-}
C. 废水中一定存在的阳离子为 Na^+ 、 Mg^{2+} , 一定不存在的阳离子为 K^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+}
D. 若实验②和实验③沉淀的物质的量均为 1 mol, 则废水中一定含有 NO_3^-

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. [2024·重庆卷] 常温下, 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()
- A. 氨水中: K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
B. 稀硫酸中: Na^+ 、 Ba^{2+} 、 NO_3^- 、 HCO_3^-
C. KMnO_4 溶液中: Fe^{2+} 、 H^+ 、 Cl^- 、 Br^-
D. $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 溶液中: NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

3. [2025·安徽卷] 下列实验产生的废液中, 可能大量存在的粒子组是 ()

选项	实验	粒子组
A	稀硝酸与铜片制 NO	H^+ 、 Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 NO
B	70% 硫酸与 Na_2SO_3 制 SO_2	H^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 HSO_3^-
C	浓盐酸与 KMnO_4 制 Cl_2	H^+ 、 K^+ 、 Mn^{2+} 、 Cl^-
D	双氧水与 FeCl_3 溶液制 O_2	H^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 H_2O_2

4. [2025·湖南卷] 只用一种试剂, 将 Na_2SO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 AlCl_3 、 KNO_3 四种物质的溶液区分开, 这种试剂是 ()
- A. NaOH 溶液 B. AgNO_3 溶液
C. H_2SO_4 溶液 D. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液