

全品



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 选考复习方案

主编：肖德好

江苏
专版

听课手册
化学



AI时代就该用AI学习
遇到问题快扫我

沈阳出版发行集团

沈阳出版社

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	007
第 3 讲 离子共存 离子的检验与推断	013
第 4 讲 氧化还原反应的基本概念和规律	018
第 5 讲 氧化还原反应的配平与计算	022
★微专题 1 模型认知——情境型方程式的书写	026

02 第二单元 化学常用计量

第 6 讲 物质的量 气体摩尔体积	028
第 7 讲 物质的量浓度及溶液的配制	031
★微专题 2 模型认知——化学计算的常用方法	037

03 第三单元 金属元素及其化合物

第 8 讲 钠的单质及其氧化物	039
第 9 讲 碳酸钠和碳酸氢钠 碱金属	043
第 10 讲 铁及其化合物	049
第 11 讲 金属材料 金属矿物的开发和利用	057
★微专题 3 科学探究——以金属及其化合物为主体的化学工艺流程分析	064

04 第四单元 非金属元素及其化合物

第 12 讲 氯及其化合物	068
第 13 讲 卤素 海洋资源的综合利用	074
第 14 讲 硫及其化合物	080
第 15 讲 含硫化合物的转化及应用	086
第 16 讲 氮及其化合物	090
第 17 讲 含氮化合物的转化及应用	098
第 18 讲 无机非金属材料	102
★微专题 4 科学探究——以非金属及其化合物为主体的“微实验”和“微流程”	106

05

第五单元 物质结构 元素周期律

第 19 讲	原子结构 原子核外电子排布	108
第 20 讲	元素周期表 元素周期律	113
★微专题 5	证据推理——元素综合推断	120
第 21 讲	化学键 分子结构与性质 配合物与超分子	122
第 22 讲	晶体结构与性质	134
★微专题 6	证据推理——应用相关理论解释物质结构与性质的关系	143

06

第六单元 化学反应与能量

第 23 讲	化学反应的热效应	146
★微专题 7	模型认知——反应热的计算	155
第 24 讲	原电池 化学电源	157
第 25 讲	电解池 金属的腐蚀与防护	163
★微专题 8	模型认知——离子交换膜在电化学中的应用	170

07

第七单元 化学反应速率与化学平衡

第 26 讲	化学反应速率及影响因素	172
★微专题 9	变化观念——化学反应速率与反应历程	177
第 27 讲	化学平衡及影响因素	180
第 28 讲	化学反应速率与平衡基本图像分析	188
第 29 讲	化学反应的方向与调控	192
★微专题 10	平衡思想——多重化学平衡图像分析	196
★微专题 11	平衡思想——化学平衡原理的应用	198

08

第八单元 水溶液中的离子反应与平衡

第 30 讲	电离平衡	203
第 31 讲	水的电离和溶液的 pH	208
第 32 讲	酸碱中和滴定及拓展应用	213
第 33 讲	盐类的水解	220
第 34 讲	粒子浓度的关系及比较	225
第 35 讲	沉淀溶解平衡	229
★微专题 12	模型认知—— K_a 、 K_b 、 K_h 、 K_w 、 K_{sp} 与 K 的综合计算	235

第 36 讲	有机物的结构与分类 有机化学的研究思路	237
第 37 讲	烃	246
第 38 讲	烃的衍生物(一) 卤代烃 醇 酚 醛和酮	253
第 39 讲	烃的衍生物(二) 羧酸 羧酸衍生物	261
第 40 讲	有机合成	265
第 41 讲	基本营养物质 合成高分子	269
★微专题 13	证据推理——有机推断与合成	278
★微专题 14	模型认知——限定条件下同分异构体的书写	280

第 42 讲	化学实验常用仪器的合理使用	282
第 43 讲	化学实验基本操作与常识	288
第 44 讲	物质的分离提纯、检验与鉴别	293
第 45 讲	物质制备综合实验	301
第 46 讲	定量综合实验分析	312
★微专题 15	创新意识——实验方案的评价与设计	317
★微专题 16	科学探究——实验条件控制及原因解释	319

作业手册 [单独成册 P403~P544]

参考答案(听课手册) [单独成册 P324~P402]

参考答案(作业手册) [单独成册 P546~P624]

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

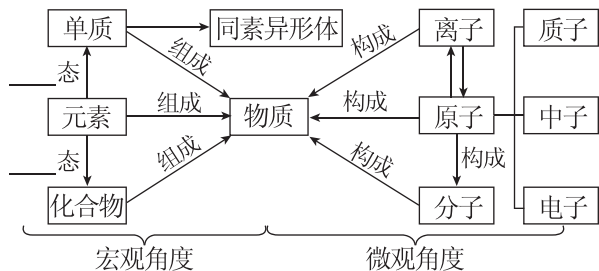
1. 了解元素、分子、原子、离子和原子团等概念的含义。理解混合物和纯净物、单质和化合物、金属和非金属的概念。
2. 理解物理变化与化学变化的区别与联系。理解酸、碱、盐、氧化物的概念及其相互联系。
3. 了解胶体是一种常见的分散系,了解溶液和胶体的区别。

考点一 物质的组成和分类

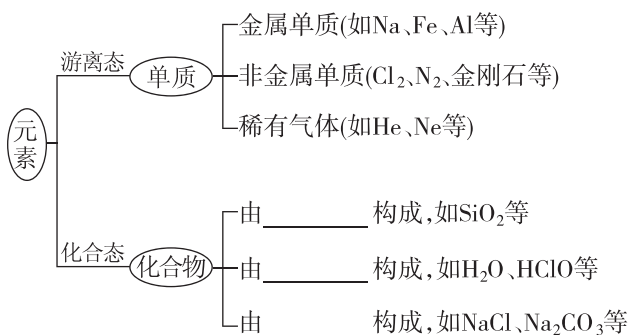
夯实必备知识

1. 物质的组成

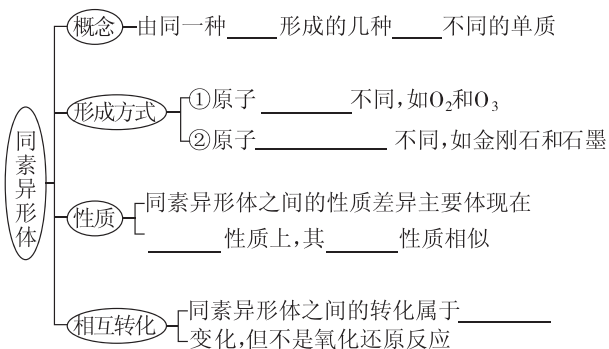
(1) 元素、物质与微粒间的关系



(2) 元素在物质中的两种存在形态

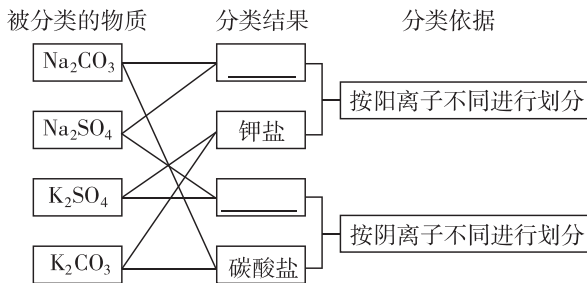


(3) 同素异形体

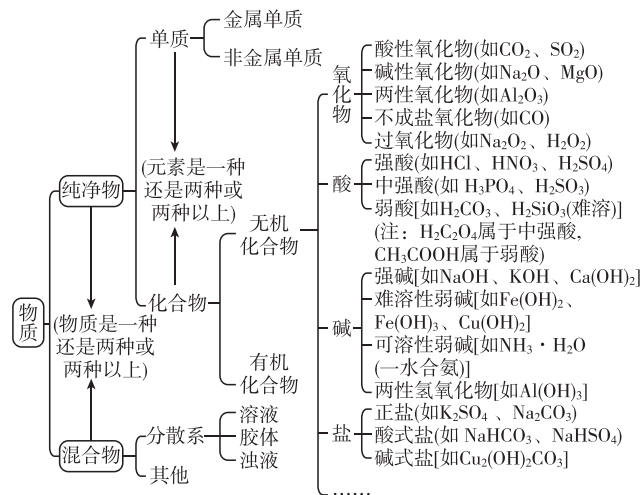


2. 物质的分类

(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] 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) [2025·湖北卷] 合成高分子是通过聚合反应得到的一类纯净物 ()

- (3)[2025·江苏卷] 硫黄有 S_2 、 S^{2-} 、 S_4 等多种同素异形体 ()
- (4)[2022·江苏卷] 合成结晶牛胰岛素研究的物质属于蛋白质 ()

- (5)[2023·江苏卷] 我国提出 2060 年实现碳中和的目标,体现了大国担当。碳中和中的碳是指二氧化碳 ()

提升关键能力

题组一 辨析物质组成

1. [2025·江苏苏州期中] “世界棉花看中国,中国棉花看新疆”。棉花的主要成分属于 ()
- A. 油脂 B. 糖类 C. 蛋白质 D. 核酸
2. [2025·江苏徐州期末] “彭城七里”是徐州历史文脉的集中展示区。下列有关说法不正确的是 ()
- A. 楚王陵出土的陶俑主要成分为硅酸盐
- B. 回龙窝小吃街烧烤用的羊油主要成分为甘油
- C. 九里山古战场出土的青铜剑主要成分为铜锡合金
- D. 五竹汉服非遗工坊制作汉服的棉布主要成分为纤维素

题组二 理清物质类别

3. [2025·江苏淮安一模] 工业上常用明矾 $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ 作净水剂。按物质组成分类, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 属于 ()
- A. 酸 B. 碱 C. 盐 D. 混合物
4. [2025·江苏盐城模拟] 2025 年央视春晚宇树机器人惊艳全国。制作机器人的材料中,属于有机高分子材料的是 ()
- A. 锂电池中的石墨
- B. 太阳能电池板中的硅
- C. 机器人外壳中的聚乙烯
- D. 电路板中的金属铜

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 ₂ H 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 ₂ SiO 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、Fe(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 ₂ CO ₃)、小苏打(NaHCO ₃)溶液呈碱性,但属于盐类,不属于碱

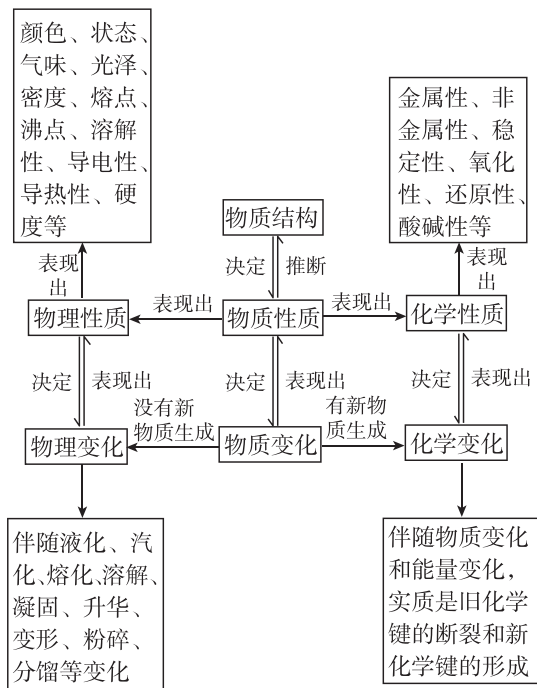
- (3) 正确理解几个不一定

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 CuSO ₄ · 5H ₂ O、KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O 等物质。有固定分子式的也不一定是纯净物,如 C ₅ H 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 ₂ O ₇ 为酸性氧化物、Al ₂ O ₃ 为两性氧化物、Na ₂ O ₂ 为过氧化物)。酸性氧化物不一定是非金属氧化物(如 Mn ₂ O ₇);非金属氧化物也不一定是酸性氧化物(如 CO、NO)

考点二 物质的转化

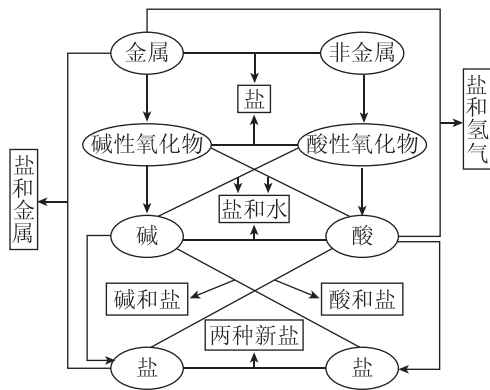
夯实必备知识

1. 物质的性质与转化



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】

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 溶液进行焰色反应是化学变化 ()
- (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)[2025·广东卷] 光碟擦写过程中材料在晶态和非晶态间的可逆转换,涉及物理变化 ()
- (5)[2025·广东卷] 磁带可由四氧化三铁涂覆在胶带上制成, Fe_3O_4 具有磁性 ()

提升关键能力

► 题组一 物质的性质、用途及变化

1. [2025·江苏宿迁期中] 化学与生活、环境和生产密切相关。下列叙述不涉及氧化还原反应的是 ()

- 使用添加氟化物的牙膏预防龋齿
- 绿化造林助力实现碳中和目标
- 用氯化铁溶液制作铜印刷电路板
- 用 ClO_2 泡腾片杀灭病毒

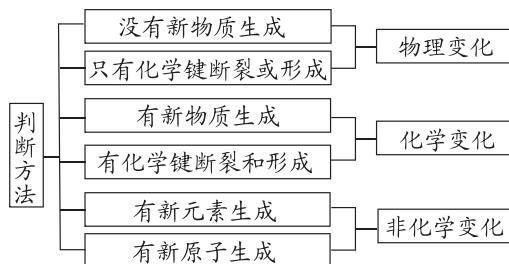
2. [2025·江苏苏州调研] 中国空间站开设“天宫课堂”,提升了青少年科学文化素养,展示了我国科技实力。下列说法不正确的是 ()

- “天宫”空间站使用的石墨烯能发生加成反应

- 制造“冰雪”使用的过饱和醋酸钠溶液显碱性
- 油水混合物在太空静置后不分层说明物质溶解性改变
- 展示的国旗是优质高分子材料嵌入纤维制成的复合材料

◆◆ 归纳总结

1. 物理变化和化学变化的判断方法

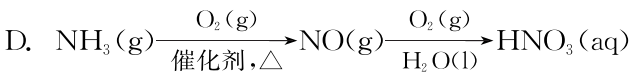
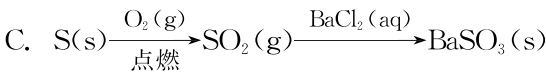
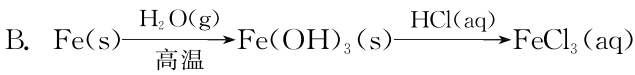
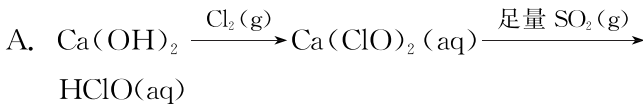


2. 常见的物理变化、化学变化

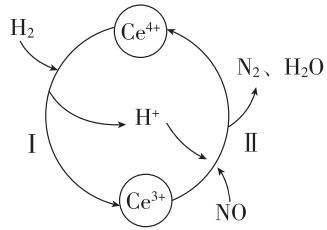
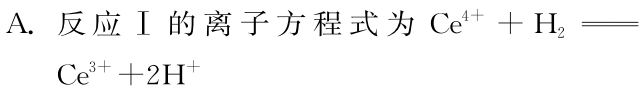
物质变化	物理变化	化学变化
三馏	蒸馏、分馏	干馏
三色	焰色反应	显色反应、指示剂变色反应
五解	潮解	分解、电解、水解、裂解
二十化	熔化、汽化、液化、酸化	氢化、氧化、水化、风化、碳化、钝化、催化、皂化、歧化、卤化、硝化、酯化、裂化、油脂的硬化、煤的气化、煤的液化

► 题组二 物质之间的转化关系

3. [2025·江苏海安高级中学阶段检测] 在给定条件下,下列选项所示的物质间转化均能实现的是 ()



4. [2024·江苏徐州期中] 硝酸厂烟气中含有大量氮氧化物(NO_x)。常温下,将烟气与 H_2 的混合气体通入 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 的混合溶液中可实现无害化处理,其转化过程如图所示,下列说法正确的是 ()



B. 反应 II 中氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1 : 4

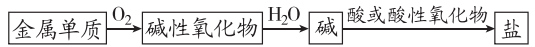
C. 该转化过程的实质是 NO 被 H_2 氧化

D. 反应过程中混合溶液内 Ce^{3+} 和 Ce^{4+} 的离子总数一定保持不变

◆◆ 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、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 。

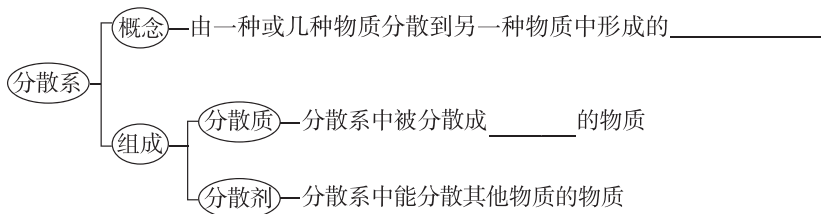
(5) Fe 与 H^+ 、 Cu^{2+} 、S、 I_2 反应不能直接生成 Fe^{3+} 。

考点三 分散系 胶体

夯实必备知识

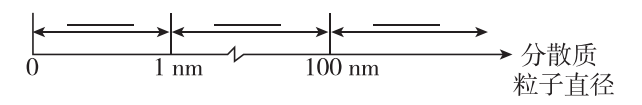
1. 分散系

(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。

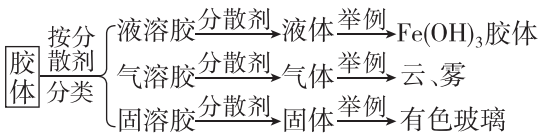


2. 三种分散系比较

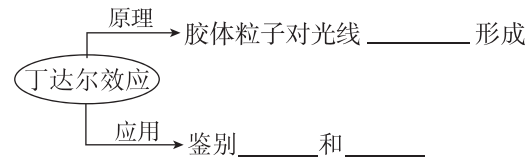
分散系	溶液	胶体	浊液
分散质粒子直径大小	_____	_____	_____
分散质粒子成分	离子或小分子	大分子或离子集合体	巨大分子或离子集合体
分散质能否透过滤纸	_____	_____	_____
实例	食盐水、蔗糖溶液	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	泥水

3. 胶体

(1)胶体的分类



(2)胶体的性质及应用



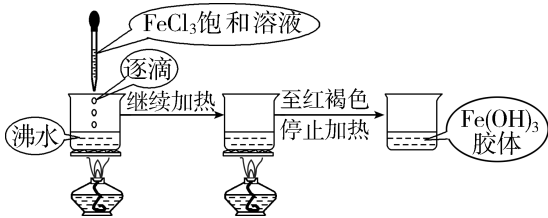
4. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备(如图所示)

(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)[2025·湖北卷] 胶体粒子对光线散射产生丁达尔效应 ()
- (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)[2021·江苏卷] 聚合硫酸铁能水解并形成胶体,故可用于净水 ()
- (6)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. 下列叙述正确的是 ()
 - A. 胶体区别于其他分散系的根本原因是胶体有丁达尔效应
 - B. 分散系中分散质粒子直径由小到大的正确顺序是溶液<胶体<浊液
 - C. 光束通过胶体和浊液时都可以看到一条光亮的通路,而溶液不能

- D. 葡萄糖溶液和蛋白质溶液都具有丁达尔效应
- 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 ()
 - A. 将植物油倒入水中,用力搅拌形成油水混合物
 - B. 一束平行光线射入鸡蛋清液体里,从侧面可以看到一条光亮的通路
 - C. 用明矾作净水剂,除去水中悬浮杂质
 - D. 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。

经典真题 · 明考向

1. [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,经高温烧结而成

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

3. [2022 · 江苏卷] 下列物质性质与用途具有对
应关系的是 ()

- A. 石墨能导电,可用作润滑剂
- B. 单晶硅熔点高,可用作半导体材料

C. 青铜比纯铜熔点低、硬度大,古代用青铜铸剑

D. 含铅化合物颜色丰富,可用作电极材料

4. [2024 · 江苏卷] 在给定条件下,下列制备过程
涉及的物质转化均可实现的是 ()

- A. HCl 制备: NaCl 溶液 $\xrightarrow{\text{电解}}$ H_2 和 Cl_2 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ HCl
- B. 金属 Mg 制备: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{MgCl}_2$ 溶液 $\xrightarrow{\text{电解}}$ Mg

C. 纯碱工业: NaCl 溶液 $\xrightarrow{\text{CO}_2}$ $\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3$

D. 硫酸工业: $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$

5. [2020 · 江苏卷] 下列选项所示的物质间转化
均能实现的是 ()

- A. $\text{NaCl}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{石灰水}} \text{漂白粉}(\text{s})$
- B. $\text{NaCl}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{CO}_2(\text{g})} \text{NaHCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{加热}} \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$
- C. $\text{NaBr}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{Cl}_2(\text{g})} \text{Br}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{NaI}(\text{aq})} \text{I}_2(\text{aq})$
- D. $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{HCl}(\text{aq})} \text{MgCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}(\text{s})$



第2讲 离子反应 离子方程式

复习目标

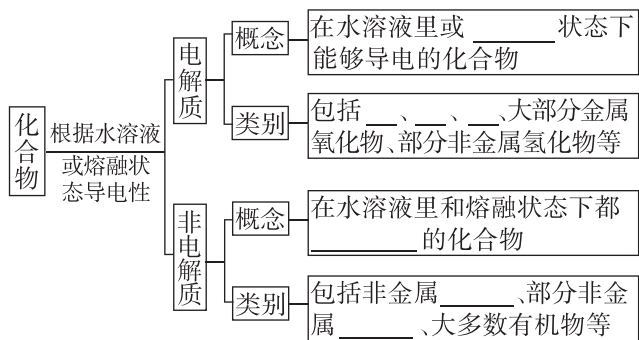
1. 了解电解质的概念,了解强电解质和弱电解质的概念。
2. 理解电解质在水溶液中的电离以及电解质溶液的导电性。
3. 了解离子反应的概念、离子反应发生的条件,能正确书写离子方程式。

考点一 电解质及其电离

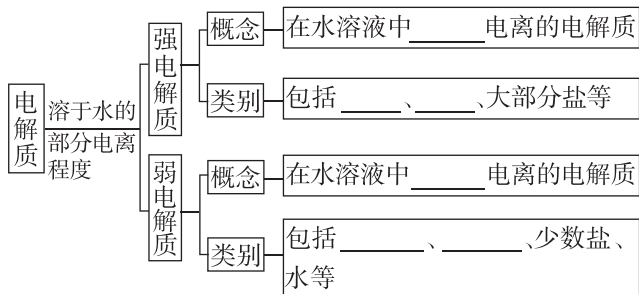
夯实必备知识

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。

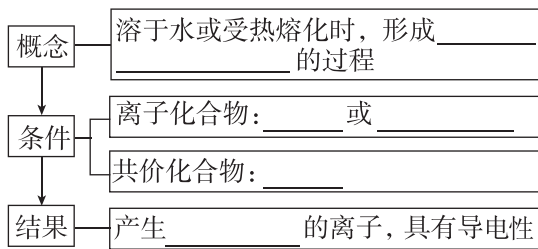
②因自身电离而导电的化合物才是电解质,有些化合物的水溶液虽然能导电,但溶液中导电的离子不是其自身电离产生的,这些化合物属于非电解质,如 SO_2 、 NH_3 等。

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。

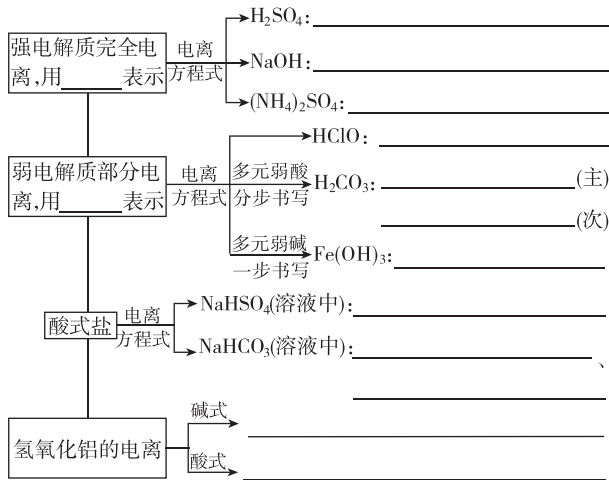
④电解质的强弱与电解质溶液导电能力的强弱、溶解性的大小没有直接关系。如碳酸钙,其溶解性小,溶液导电性差,但其属于强电解质。

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) HClO 是弱酸,所以 NaClO 是弱电解质 ()
- (2) 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 ()
- (3) 硫酸在水溶液中能完全电离,所以稀硫酸是强电解质 ()
- (4) 盐酸、石墨均能导电,所以它们均是电解质 ()
- (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. [2024·江苏南京航空航天大学苏州附中月考] 下列叙述正确的是 ()

- A. 碳酸钙难溶于水,放入水中水溶液不导电,且碳酸钙 960 °C 时分解,不存在熔融状态导电的性质,故 CaCO_3 是非电解质
 B. CO_2 溶于水后得到的水溶液导电,所以 CO_2 是电解质
 C. BaSO_4 在水中的溶解度很小,所以 BaSO_4 是弱电解质
 D. H_3PO_4 晶体在熔融状态下不导电,但溶于水后其水溶液能导电,故 H_3PO_4 是电解质

2. [2025·江苏盐城明达中学月考] 完成下列问题:

(1) 以下物质: ① NaCl 溶液 ② NH_3 ③ 冰醋酸 (纯净的醋酸) ④ 铜 ⑤ K_2SO_4 固体 ⑥ 酒精
 其中能导电的是 _____ (填序号,下同); 属于电解质的是 _____; 属于非电解质的是 _____。

(2) 写出下列物质的电离方程式:

① CH_3COOH _____。
 ② $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ _____。
 ③ NaHCO_3 _____。
 ④ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ _____。

◆◆ 易错警示

判断电解质和非电解质、强电解质和弱电解质

(1) 判断电解质和非电解质的两个要点:

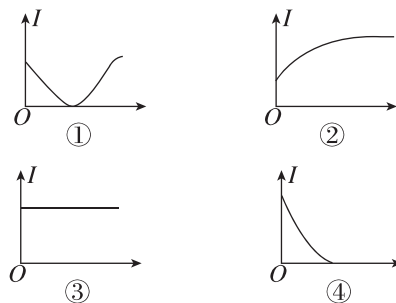
- ① 必须是化合物;
 ② 看溶于水或受热熔化时自身能否电离出自由移动的离子而导电。

(2) 判断强电解质和弱电解质的两个要点:

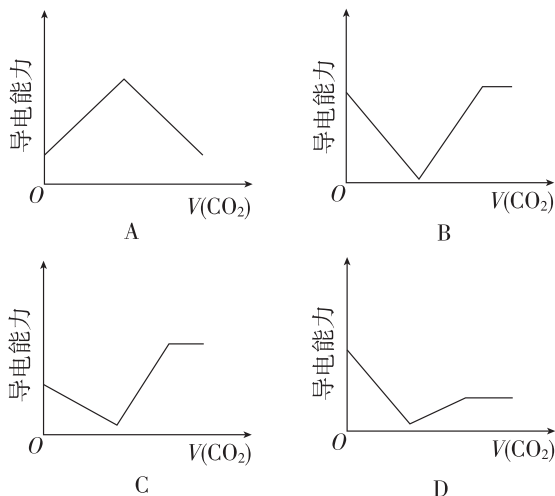
- ① 必须是电解质;
 ② 看溶于水是否完全电离。

► 题组二 反应过程中溶液的导电性变化

3. 某兴趣小组测定混合溶液导电性实验,下列说法中错误的是 ()

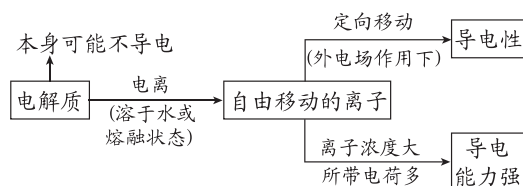


- A. 图①可以是向 H_2SO_4 溶液中逐滴加入一定物质的量浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液
 B. 图②可以是将饱和氯水进行光照
 C. 图③可以是向 NaOH 溶液中通入少量 Cl_2
 D. 图④可以是向饱和石灰水中不断通入 CO_2
 4. 离子的摩尔电导率可用来衡量电解质溶液中离子导电能力的强弱,摩尔电导率越大,离子在溶液中的导电能力越强。已知 Ca^{2+} 、 OH^- 、 HCO_3^- 的摩尔电导率分别为 0.60、1.98、0.45,据此可判断,向饱和的澄清石灰水中通入过量的二氧化碳,溶液导电能力随二氧化碳通入量的变化趋势正确的是 ()



◆◆ 归纳总结

电解质的导电性与导电能力强弱的判断

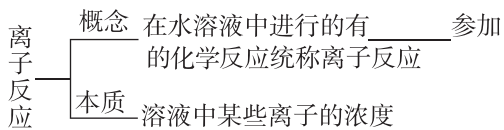


考点二 离子反应 离子方程式

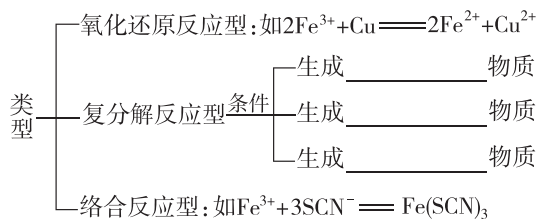
夯实必备知识

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

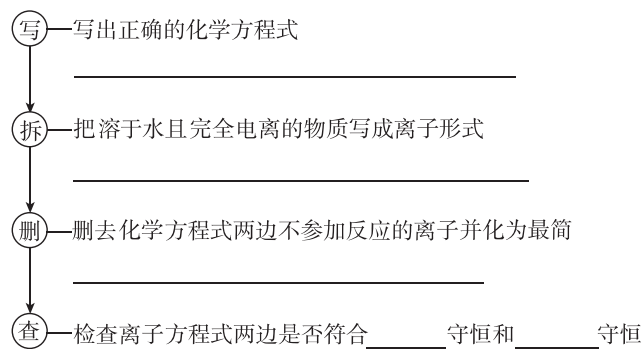
(1) 定义

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)



[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]

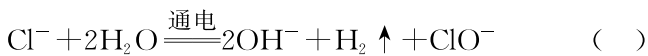
判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

(1) 氨水与稀盐酸反应的离子方程式为



(2) [2021·江苏卷] NaOH 溶液与 I_2 反应的离子方程式: $\text{I}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{I}^- + \text{IO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \quad ()$

(3) [2025·江苏卷] 电解饱和 NaCl 溶液制 NaOH :



(4) NH_4HCO_3 溶液中加入过量 NaOH 溶液并加热:



(5) 将 Na 投入 CuSO_4 溶液中的离子反应为 $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{Cu} \quad ()$

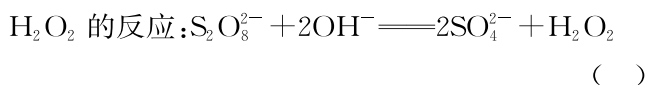
(6) 向 NaHSO_4 溶液中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至溶液呈中性: $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} \quad ()$

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) [2024·江苏南京调研] 水解 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 制得



(2) [2025·江苏宿迁模拟] F_2 与水反应的离子方程式: $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{F}^- + \text{O}_2 \quad ()$

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

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

(5) [2025·江苏南通模拟] 氨水中通入足量 CO_2 :
 $\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^-$ ()

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, “=”“ $\rightleftharpoons$ ”使用是否正确以及反应条件等。

(1) [2025·江苏常州阶段考] $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入 SO_2 : $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$ ()

(2) [2025·江苏泰州模拟] 向 FeCl_3 溶液中加入 Na_2CO_3 : $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} = \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \downarrow$ ()

(3) [2025·江苏盐城模拟] H_3BO_3 和足量 NaOH 溶液反应: $\text{H}_3\text{BO}_3 + 3\text{OH}^- = \text{BO}_3^{3-} + 3\text{H}_2\text{O}$ ()

(4) [2025·江苏常州阶段考] 惰性电极电解氯化镁溶液: $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ ()

(5) [2024·江苏南京调研] CaO 可用于烟气(含 N_2 、 O_2 、 CO_2 、 SO_2 等)脱硫,反应的离子方程式为 $\text{CaO} + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_4$ ()

(6) [2025·江苏宿迁模拟] ClF 与 NaOH 溶液反应: $\text{ClF} + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{FO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ()

3. 警惕“遗漏反应”——离子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: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ ()

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

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

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

(5) [2025·江苏苏北八市三模] 醋酸铅溶液吸收 H_2S : $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{H}^+$ ()

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

(2) [2025·江苏盐城模拟] 向 10 mL 0.1 mol· L^{-1} Na_2CO_3 溶液中加入 2 滴 0.1 mol· L^{-1} AlCl_3 溶液,发生反应的离子方程式为 $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ()

(3) [2025·江苏南通模拟] COCl_2 与过量 NH_3 反应制尿素: $\text{COCl}_2 + 2\text{NH}_3 = \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{HCl}$ ()

(4) [2024·江苏南通二模] 氯化铍溶液中滴加过量 NaOH 溶液: $\text{Be}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Be}(\text{OH})_2 \downarrow$ ()

(5) H_2S 稀溶液中通入少量 SO_2 气体: $\text{H}_2\text{S} + 3\text{SO}_2 = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{SO}_3$ ()

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) [2025·江苏常州调研] HClO 在水中见光分解: $\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 \uparrow + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ()

(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) [2025·江苏南通模拟] 碱性条件下 N_2H_4 与 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 反应: $\text{N}_2\text{H}_4 + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{OH}^- = 2\text{Ag} \downarrow + 2\text{N}_2 \uparrow + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ()

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

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

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

④Fe 与稀 HNO_3 反应

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

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

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。如向 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 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液与 NaOH 溶液反应的离子方程式。

(1) NaOH 少量:_____。

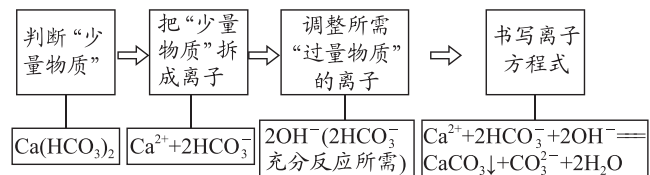
(2) $n[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2] : n(\text{NaOH}) = 1 : 4$ 时:
_____。

(3) NaOH 过量:_____。

◆◆ 方法技巧

过量型离子方程式的书写方法

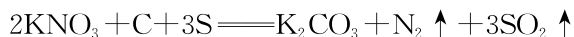
过量型离子反应按照“少定多变”的原则进行书写,即先根据题给条件判断“少量物质”,以“少量物质”的离子计量数(充分反应)确定所需“过量物质”的离子数目。如向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入过量 NaOH 溶液的离子方程式的书写方法如下:



经典真题 · 明考向

1. [2025·江苏卷] 下列化学反应表示正确的是 ()

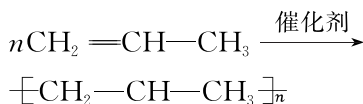
A. 黑火药爆炸:



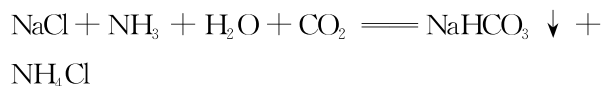
B. 电解饱和 NaCl 溶液制 NaOH :



C. 重油裂解获得的丙烯制聚丙烯:



D. 向饱和氨盐水中通入过量 CO_2 :



(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] 注意一些溶液酸、碱性的不确定性,如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,并具有较强的_____。
- 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。

生成难溶物质、易挥发物质或难电离物质,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)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. 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^+ 、 Cl^- 、 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. [2025·江苏盐城射阳中学月考] 室温下,下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是 ()
- A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液: Al^{3+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- B. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KHSO_3 溶液: Na^+ 、 H^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- C. 新制氯水: Mg^{2+} 、 K^+ 、 HCO_3^- 、 I^-
- D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KOH 溶液: Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 Ba^{2+} 、 CH_3COO^-
4. [2024·江苏南京外国语学校模拟] 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: Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- B. $\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{H}^+)} = 10^6$ 的溶液中: NH_4^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
- C. 碱性溶液中: ClO^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Na^+
- D. 与 Al 反应能放出 H_2 的溶液中: Fe^{2+} 、 K^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

◆◆ 规律小结

离子共存中常考的限定条件分析解读

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^-
常温下由水电离出的 $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	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_____
Fe^{3+}	NaOH 溶液	产生_____色沉淀

(续表)

阳离子	所需试剂	实验现象(依据)
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

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^+	焰色反应	火焰呈 _____
K^+	焰色反应	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-} HCO_3^-	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
SO_3^{2-} HSO_3^-	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

【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,溶液不变血红色,则溶液中一定不存在 Fe^{2+} ()
- (5)取待测液进行焰色反应,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 一段时间后只分层,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()

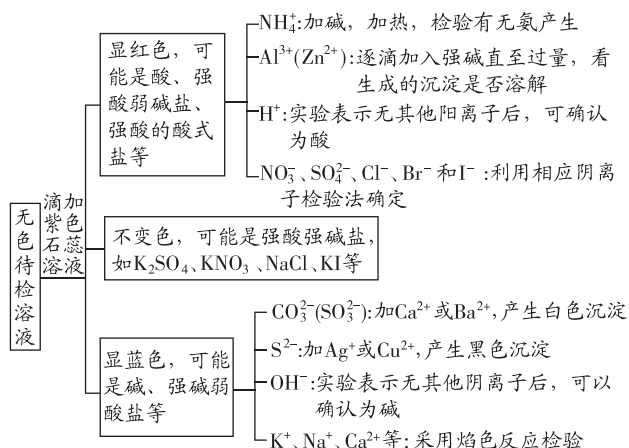
选项	试剂 Z	离子 X	离子 Y
A	NaOH 溶液	Ba^{2+}	Mg^{2+}
B	AgNO_3 溶液	Cl^-	SO_4^{2-}
C	H_2SO_4 溶液	Ba^{2+}	Mg^{2+}
D	BaCl_2 溶液	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}

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,加热至沸腾无砖红色沉淀产生	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

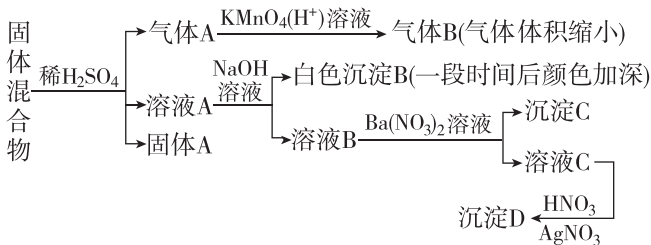
3. 某无色溶液中只可能含有 K^+ 、 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 OH^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的一种或几种, 对其进行如下实验操作:

- (1) 取少量溶液, 滴加无色酚酞溶液, 溶液变红;
- (2) 另取少量溶液, 加入足量 $BaCl_2$ 溶液, 产生白色沉淀;
- (3) 向(2)所得混合物中加足量盐酸, 沉淀部分溶解, 并有无色气体生成;
- (4) 将(3)所得混合物过滤, 向滤液中加入 $AgNO_3$ 溶液, 有白色沉淀生成。

下列对溶液的说法正确的是 ()

- A. 不含有 Ag^+ 、 Ba^{2+} B. 一定含有 Cl^-
C. 不含有 K^+ D. 不含有 CO_3^{2-}

4. 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

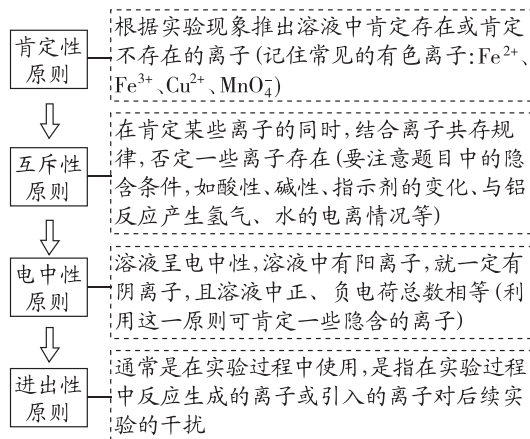
◆◆ 方法技巧

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. [2025 · 湖南卷] 只用一种试剂, 将 Na_2SO_4 、 $(NH_4)_2CO_3$ 、 $AlCl_3$ 、 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. $Ba(OH)_2$ 溶液

2. [2024 · 浙江 1 月选考] 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^-

3. [2020 · 江苏卷] 常温下, 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()

- A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水: Na^+ 、 K^+ 、 OH^- 、 NO_3^-
B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸: Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 SiO_3^{2-}
C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $KMnO_4$ 溶液: NH_4^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 I^-
D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $AgNO_3$ 溶液: NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

4. [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

5. [2024·江西卷] 白色固体样品 X,可能含有 AgNO_3 、 NH_4NO_3 、 BaCl_2 、 KCl 、 Na_2SO_3 、 Na_2CO_3 、 Al_2O_3 之中的几种或全部。在三个烧杯中各加入

适量 X。分别加入足量以下三种试剂并微热使之充分反应,实验记录如下:

编号	试剂	反应后的不溶物	生成的气体
I	蒸馏水	白色	无色、有刺激性气味
II	稀盐酸	白色	无色、无味
III	NaOH 溶液	无不溶物	无色、有刺激性气味

依据实验现象,下列说法正确的是 ()

- A. 可能含 Al_2O_3 B. 含 BaCl_2
C. 含 Na_2SO_3 D. 不含 KCl

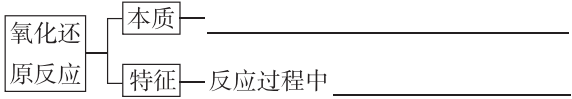
第 4 讲 氧化还原反应的基本概念和规律

- 复习目标 1. 了解氧化还原反应的基本概念。
2. 了解氧化还原反应的本质,知道常见的氧化剂和还原剂。
3. 理解氧化还原反应的基本规律,了解氧化还原反应在生产、生活中的应用。

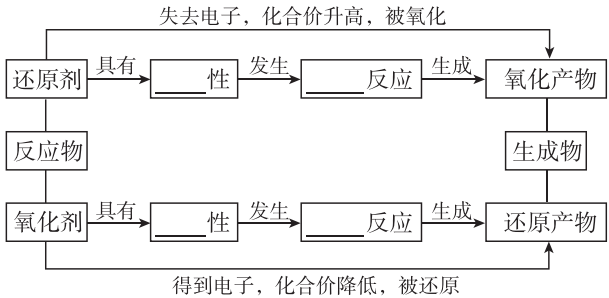
考点一 氧化还原反应的基本概念

夯实必备知识

1. 氧化还原反应的本质和特征



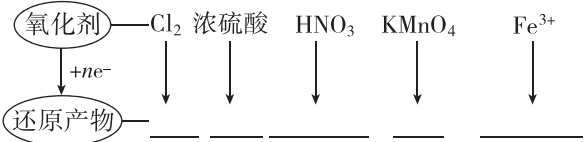
2. 氧化还原反应的概念及相互关系



3. 常见的氧化剂和还原剂

(1)常见的氧化剂

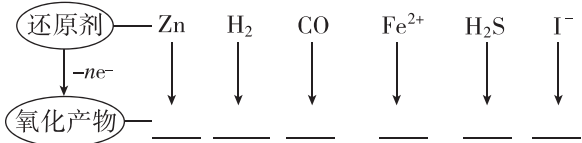
常见氧化剂包括某些非金属单质、含有高价态元素的化合物、过氧化物等。例如:



(2)常见的还原剂

常见还原剂包括活泼的金属单质、非金属离子及低价态化合物、低价态金属阳离子、非金属单质及

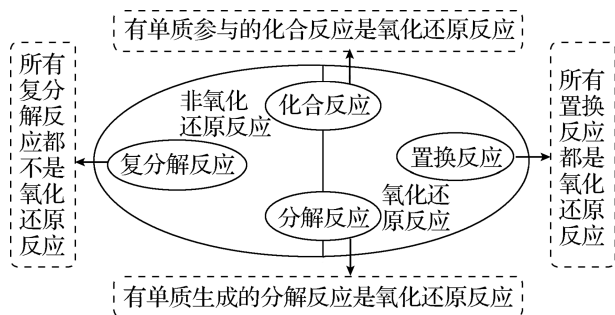
其氢化物等。例如:



4. 电子转移的表示方法

类型	双线桥法	单线桥法
表示方法	得到 ne^- 氧化剂+还原剂=还原产物+氧化产物 失去 ne^-	ne^- 氧化剂+还原剂=还原产物+氧化产物
注意事项	①箭头指向反应前后有元素化合价变化的元素的原子,且需注明“得到”或“失去”。 ②箭头的方向不代表电子转移的方向,仅表示电子转移前后的变化	①箭头从 元素的原子指向 元素的原子。 ②不标“得到”或“失去”,只标明电子转移的总数。 ③线桥只出现在反应物中
应用举例	得到 $2 \times 6e^-$ $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 失去 $6 \times 2e^-$	$6e^-$ $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

5. 四种基本反应类型和氧化还原反应的关系



[微点拨] 有单质参加或生成的化学反应,不一定是氧化还原反应,如 $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{O}_3$ 。

【对点自测】

判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

(1)在氧化还原反应中,被氧化的物质和被还原的

物质一定是不同的物质 ()

(2)氧化还原反应中有一种元素被氧化时,一定有另一种元素被还原 ()

(3)[2023·江苏卷] H_2 具有还原性,可作为氢氧燃料电池的燃料 ()

(4)氯气与强碱反应时既是氧化剂又是还原剂 ()

(5)向 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸酸化的 KMnO_4 溶液中滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{O}_2$ 溶液,溶液褪色,则 H_2O_2 具有氧化性 ()

(6)反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 与反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 均为水作还原剂的氧化还原反应 ()

提升关键能力

► 题组一 氧化还原反应概念的理解

1. 下列物质的应用中涉及氧化还原反应的是 ()

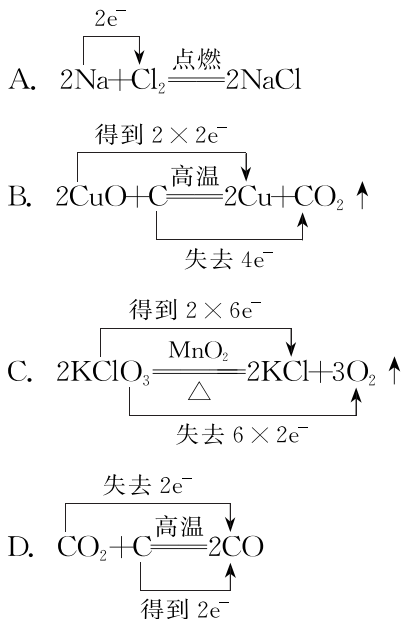
- A. 用 SO_2 漂白纸浆
- B. 用烧碱处理含高浓度 NH_4^+ 的废水
- C. 用 ClO_2 处理饮用水进行净水消毒
- D. 用纯碱溶液去除物品表面的油污

2. 制取乙炔时,常用 CuSO_4 溶液除去乙炔中的 PH_3 杂质,反应的化学方程式为 $24\text{CuSO}_4 + 11\text{PH}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 8\text{Cu}_3\text{P} \downarrow + 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 24\text{H}_2\text{SO}_4$ 。下列分析不正确的是(设 N_A 表示阿伏伽德罗常数的值) ()

- A. CuSO_4 是氧化剂
- B. 还原性: $\text{PH}_3 > \text{NH}_3$
- C. 若 $1.2 \text{ mol} \text{CuSO}_4$ 发生反应,被氧化的 PH_3 分子数为 $0.15N_A$
- D. Cu_3P 既是氧化产物又是还原产物

► 题组二 氧化还原反应的电子转移

3. 下列用单、双线桥表示电子转移的方向和数目不正确的是 ()



4. 已知反应: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是 ()

- A. H_2SO_4 发生还原反应
- B. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 既是氧化剂又是还原剂
- C. 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 2:1
- D. $1 \text{ mol} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 发生反应,转移 4 mol 电子