



浙江省

QUANPIN XUNKAO FUXI FANG'AN

全品
选考

复习方案

主编：肖德好

化学

2025.1

2024.12

2024.11

2024.10

2024.9

2024.8

2024.7

2024.6

2024.5

2024.4

天津出版传媒集团
天津人民出版社

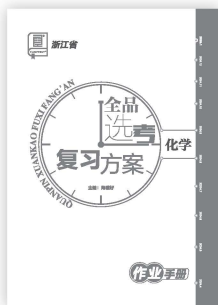
听课手册

用心的产品

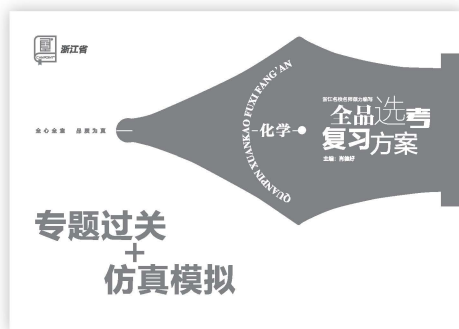
化学 浙江省



(听课手册)



(作业手册)



(专题过关+仿真模拟卷)

►用心之处一：专注**选考**，打造**浙江模式**

1. 第一次选考备考时间较长，地位突出。本书细化课时，做精微专题和小练习。
2. 本书结合浙江省选考特点确定选题方向、难度和题型等，以适应浙江的选考形势。

►用心之处二：钻研**课程标准**，渗透**学科素养**

1. 新高考模式下，逐渐减弱考试大纲、考试说明的束缚，而以课程标准为根本依据。
2. 在新课程、新教材落实的过程中，新高考命题必将发生变化，渗透学科素养。本书在选题过程中，关注并落实这一变化。

►用心之处三：关注**细节**，绝少**错误**

无论困难多大，我们都将继续高举“挑战零失误”的大旗。

为确保编校质量，我们实行“三审五校”流程，如果您在成书中发现影响解题的知识性错误，可发送邮件至gzcehua@canpoint.cn指出来，也可交流使用心得，点评编写优劣，我们会从中抽取部分读者进行奖励。

温馨提示

开放式套餐——自由组合，随心选择

听课手册、作业手册、专题过关+仿真模拟卷，自由组合，随心选择。

针对不同学校、不同教师对选考的不同需求，独创开放式的产品套餐，让您根据个性化的教学需求自由选购。

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	004
第 3 讲 离子共存 离子的检验与推断	008
第 4 讲 氧化还原反应的基本概念和规律	012
第 5 讲 氧化还原反应的配平与计算	016
▶ 发展素养(一) 模型认知——情境型方程式的书写	017

第二单元 化学计量

第 6 讲 物质的量 气体摩尔体积	019
第 7 讲 物质的量浓度及溶液的配制	021
▶ 发展素养(二) 宏微辨析——阿伏伽德罗常数的应用	025
▶ 发展素养(三) 模型认知——化学计算基本技能与常用方法	028

第三单元 重要的金属元素

第 8 讲 钠及其化合物	031
第 9 讲 铁及其化合物	037
第 10 讲 金属材料 金属矿物的开发和利用	042
▶ 发展素养(四) 科学探究——以金属及其化合物为主体的工艺流程分析	046

第四单元 化工生产中的重要非金属元素

第 11 讲 氯及其化合物	048
第 12 讲 卤素 海水资源的开发和利用	053
第 13 讲 硫及其化合物	057
第 14 讲 氮及其化合物	064
第 15 讲 硅 无机非金属材料	071
▶ 发展素养(五) 科学探究——以非金属及其化合物为主体的“微实验”或“微流程”	074

第五单元 物质结构 元素周期律

第 16 讲 原子结构 原子核外电子排布	076
第 17 讲 元素周期表 元素周期律	080
▶ 发展素养(六) 证据推理——“位、构、性”综合推断	085
第 18 讲 化学键 分子结构与性质	087
第 19 讲 晶体结构与性质 配合物与超分子	094
▶ 发展素养(七) 证据推理——应用相关理论解释物质结构与性质的关系	101
▶ 发展素养(八) 模型认知——晶胞的有关计算	103

第六单元 化学反应与能量

第 20 讲 化学能与热能	107
第 21 讲 原电池 化学电源	115
第 22 讲 电解池 金属腐蚀与防护	119
▶ 发展素养(九) 模型认知——电化学问题探究	125

第七单元 化学反应速率和化学平衡

第 23 讲 化学反应速率及影响因素	128
第 24 讲 化学平衡 化学平衡常数	131
▶ 发展素养(十) 平衡思想——化学平衡相关计算	135
第 25 讲 化学平衡移动	137
▶ 发展素养(十一) 平衡思想——化学平衡图像的解读与分析	141
第 26 讲 化学反应的方向与调控	144

第八单元 水溶液中的离子反应与平衡

第 27 讲 电离平衡	148
第 28 讲 水的电离和溶液的 pH	151
第 29 讲 盐类的水解	158
第 30 讲 沉淀溶解平衡	163
▶ 发展素养(十二) 证据推理——电解质溶液分析	168

第九单元 有机化合物

第 31 讲 有机化合物的结构特点与研究方法	171
第 32 讲 烃	181
第 33 讲 烃的衍生物(一) 卤代烃 醇和酚 醛和酮	187

第 34 讲 烃的衍生物(二) 羧酸 羧酸衍生物	195
第 35 讲 有机合成	199
第 36 讲 生物大分子 合成高分子	202
▶ 发展素养(十三) 证据推理——有机推断与合成	207
▶ 发展素养(十四) 模型认知——限定条件下有机化合物同分异构体书写	210

第十单元 化学实验

第 37 讲 化学实验常用仪器及基本操作	212
第 38 讲 物质的分离与提纯	220
第 39 讲 物质定性检验与定量分析	225
▶ 发展素养(十五) 实验探究——简单实验方案的设计与评价	228
第 40 讲 物质的制备	231
第 41 讲 物质的性质及科学探究	237
▶ 发展素养(十六) 实验探究——物质制备综合实验	240

作业手册 [单独成册P283~P416]

参考答案(听课手册) [单独成册 P244~P282]

参考答案(作业手册) [单独成册 P418~P472]

专题过关+仿真模拟

专题过关卷(一) 考查范围:物质及其变化 化学常用计量	001
专题过关卷(二) 考查范围:元素及其化合物	003
专题过关卷(三) 考查范围:物质结构与性质 元素周期律	005
专题过关卷(四) 考查范围:化学反应原理	007
专题过关卷(五) 考查范围:有机化学基础	009
专题过关卷(六) 考查范围:化学实验	011
仿真模拟卷(一)	013
仿真模拟卷(二)	015
仿真模拟卷(三)	017
仿真模拟卷(四)	019
仿真模拟卷(五)	021
仿真模拟卷(六)	023
仿真模拟卷(七)	025
仿真模拟卷(八)	027
参考答案	029

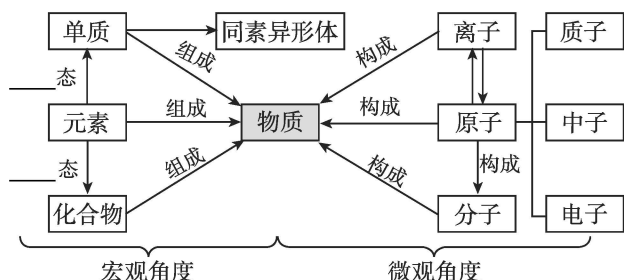
第1讲 物质的分类及转化

考点一 物质的组成和分类

夯实必备知识

一、根据物质的组成和性质分类

1. 元素、物质及微粒间的关系



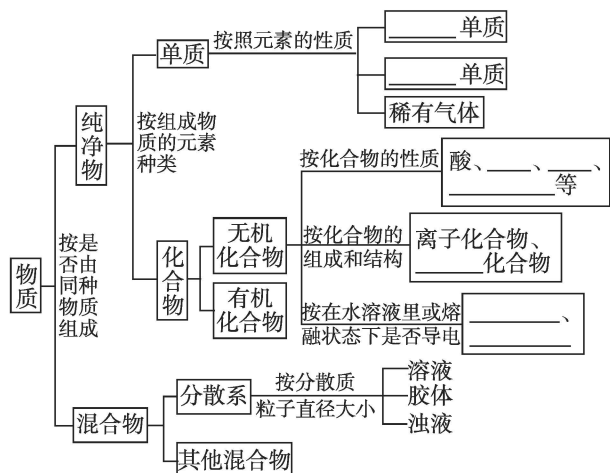
[提醒] (1) 物质的组成用化学式表示，化学式反映了物质的组成元素，一种物质只有一个化学式。

(2) 化学式并不一定代表物质含有分子，如 NaCl 中只存在 Na^+ 与 Cl^- ， SiO_2 中只存在硅原子与氧原子，但 H_2O 、 CO_2 等存在 H_2O 分子和 CO_2 分子。

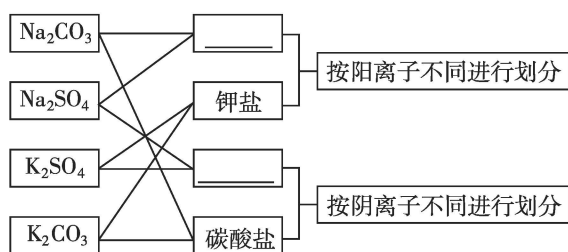
(3) 化学式不一定表示一种具体的物质，如有同分异构体的有机物、有同素异形体的单质。

2. 简单分类法

(1) 树状分类法



(2) 交叉分类法



二、分散系及其分类

1. 分散系

(1) 定义：把一种(或多种)物质以粒子形式分散到另一种(或多种)物质中所形成的混合物。

(2) 分类

把分散系分为溶液、胶体和浊液的标准是分散质粒子的直径。

2. 丁达尔效应

可见光束通过胶体时，在与光束垂直的方向可看见一条光亮的通路，这是由于胶体粒子对光线散射(光波偏离原来方向而分散传播)形成的，叫作丁达尔效应。丁达尔效应可被用来区分溶液和胶体。

3. 常见分散系比较

分散系	溶液	胶体	浊液
分散质粒子	小分子或离子	大分子或离子集合体	巨大分子或离子集合体
分散质粒子的直径	0 ~ 1 nm	1 nm ~ 100 nm	> 100 nm
外观	均一、透明	均一	不均一、不透明
稳定性	稳定	较稳定	不稳定
能否透过滤纸	能	能	不能
能否透过半透膜	能	不能	不能
鉴别	无丁达尔效应	有丁达尔效应	静置分层或沉淀
实例	食盐水、蔗糖溶液	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	泥水

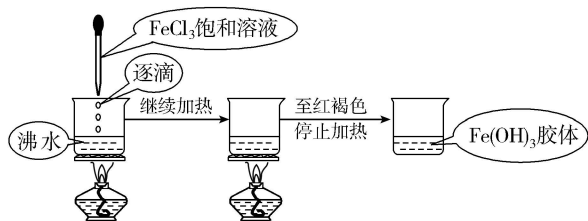
4. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备(如图所示)

(1) 反应原理

将饱和氯化铁溶液滴入沸水中，加热至溶液呈红褐色，即得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体。

(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。

提升关键能力

► 题组一 物质的组成与分类

1. [2023·浙江6月选考] 材料是人类赖以生存和发展的物质基础,下列材料主要成分属于有机物的是 ()

- A. 石墨烯 B. 不锈钢
C. 石英光导纤维 D. 聚酯纤维

2. [2022·浙江6月选考] 下列消毒剂的有效成分属于盐的是 ()

- A. 高锰酸钾溶液 B. 过氧乙酸溶液
C. 双氧水 D. 医用酒精

3. [2023·浙江1月选考] 下列物质中属于耐高温酸性氧化物的是 ()

- A. CO_2 B. SiO_2
C. MgO D. Na_2O

4. 下列有关物质的分类或归纳的说法正确的是 ()

- A. $\text{PM}_{2.5}$ (微粒直径小于等于 $2.5 \times 10^{-6} \text{ m}$) 能产生丁达尔效应
B. 乙烯、油脂、纤维素、光导纤维都属于高分子化合物
C. 漂白粉、水玻璃、福尔马林都是混合物
D. 纯碱、氨水、蔗糖分别属于强电解质、弱电解质和非电解质

◆◆ 易错警示

物质的组成、分类中常见的理解误区

(1)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。例如: Al_2O_3 是两性氧化物, Mn_2O_7 是酸性氧化物。

(2)酸性氧化物不一定是非金属氧化物,非金属氧化物也不一定是酸性氧化物。例如: CO 、 NO 、 NO_2 等不是酸性氧化物。

(3)酸性氧化物、碱性氧化物不一定都能与水反应生成相应的酸、碱,如 SiO_2 、 MgO 都不能与水反应。

(4)能与酸反应生成盐和水的氧化物不一定是碱性氧化物,如 Na_2O_2 不是碱性氧化物。

(5)由同种元素组成的物质不一定是单质,也可能是混合物,如 O_2 和 O_3 的混合气体是混合物,只有由同一种元

素组成的纯净物才是单质。

(6)能电离出 H^+ 的物质不一定是酸,如 NaHSO_4 ;盐的构成并不一定仅有金属阳离子和酸根阴离子,如铵盐。

► 题组二 胶体的性质与应用

1. “天接云涛连晓雾,星河欲转千帆舞”出自宋·李清照《渔家傲》,以下相关说法正确的是 ()

- A. “晓雾”属于胶体,分散质是空气
B. “晓雾”在阳光下能观察到丁达尔效应,胶体和溶液的本质区别是丁达尔效应
C. “云涛”的分散质粒子直径和“晓雾”的分散质粒子直径范围相同
D. 氯化铁饱和溶液与“晓雾”属于同一类别的分散系

2. 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,从侧面可以看到一束光亮的“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

明确关于胶体的“四”大误区

(1)胶体与其他分散系的本质区别是分散质粒子的直径大小。胶体粒子的直径为 $1 \sim 100 \text{ nm}$,这是胶体的本质特征,也是胶体区别于其他分散系的依据,同时也决定了胶体的性质。

(2)分散质粒子直径为 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 的分散系称为胶体,与存在状态无关,如云、雾、烟都是胶体。

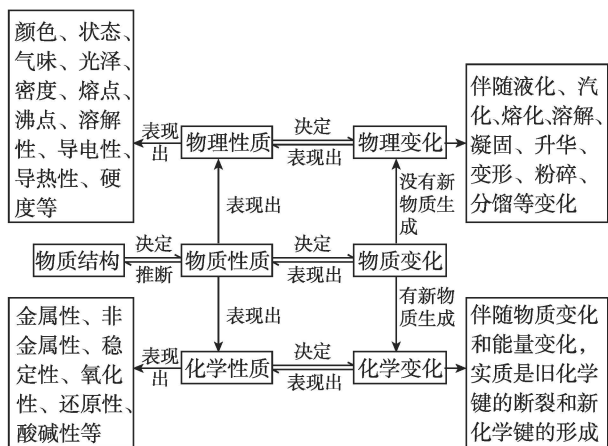
(3)区分胶体和其他分散系的方法是丁达尔效应;提纯、净化胶体的方法是渗析。丁达尔效应是物理变化不是化学变化。

(4) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子是多个 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的集合体,因此, 1 mol Fe^{3+} 完全水解得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子的数目小于 N_A 。

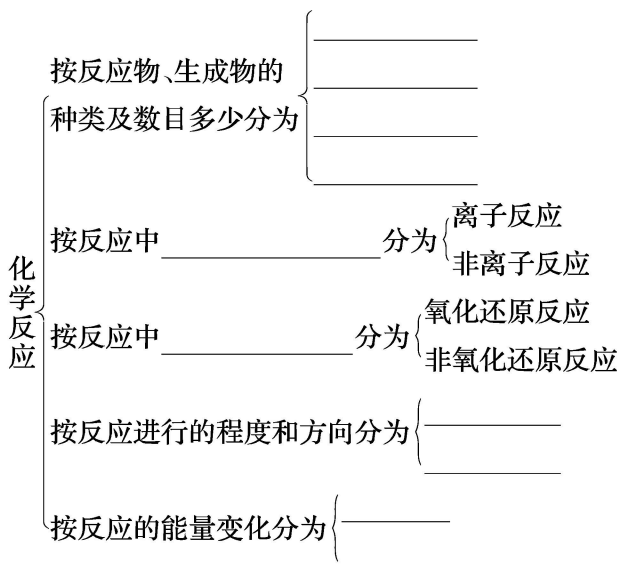
考点二 物质的转化

夯实必备知识

1. 物质性质的概念及相互关系

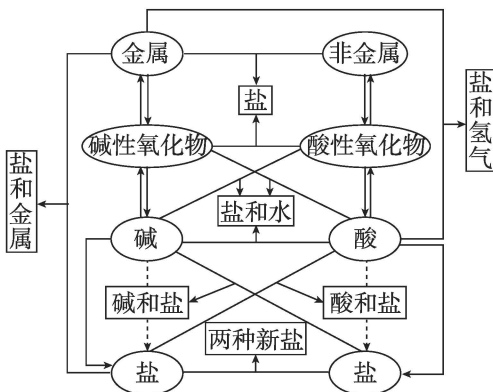


2. 化学反应的分类

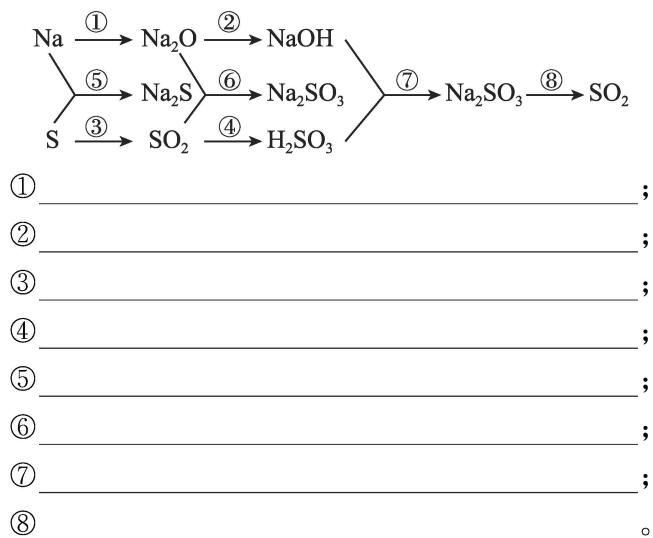


3. 单质、氧化物、酸、碱和盐的转化关系

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:



根据 Na、S 单质及其化合物的类别,填写下列标号所表示的化学方程式。



提升关键能力

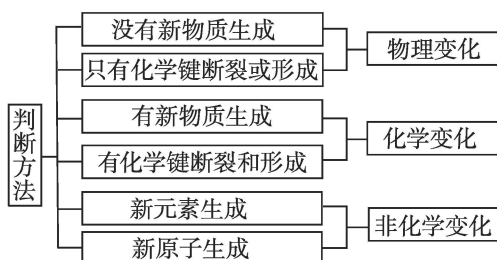
► 题组一 物质的性质

1. [2023·浙江普陀中学模拟] 化学与生产、生活、社会发展息息相关,下列有关说法正确的是 ()
- A. 侯氏制碱法的工艺流程中应用了物质溶解度的差异
- B. 5G 技术中使用的光导纤维不与任何酸碱反应
- C. 香云纱染整技艺中去除丝胶所用的纯碱水溶液属于纯净物
- D. 我国古代“灌钢法”的原料之一赤铁矿的主要成分为 FeO

2. [2024·浙江金华一中模拟] 下列物质的性质与用途的对应关系正确的是 ()
- A. NaClO 溶液呈碱性,可用作消毒剂
- B. 稀硝酸具有强氧化性,常温下可清洗附着在试管内壁的银镜
- C. 石墨晶体内含大 π 键,可用作润滑剂
- D. 非金属性: $\text{C} > \text{Si}$,工业上用焦炭与 SiO_2 反应制备粗 Si

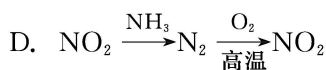
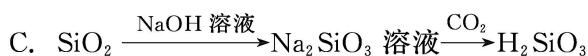
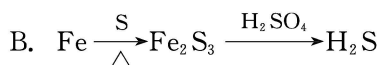
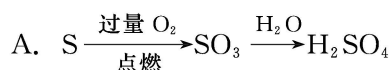
◆◆ 归纳总结

化学变化的判断方法



► 题组二 物质的转化

1. 在给定条件下,下列选项所示的物质间转化均能一步实现的是 ()



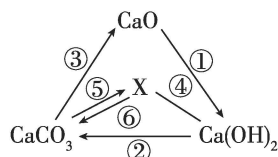
2. 有关物质之间的部分转化关系如图所示,其中“—”表示物质之间能发生化学反应,“→”表示物质之间的转化关系。下列说法中正确的是 ()

A. 物质 X 是一种常见的有机化合物

B. 反应②一定有盐参加反应

C. CaCO_3 与 NaOH 反应可生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

D. 图中的所有反应均不属于置换反应



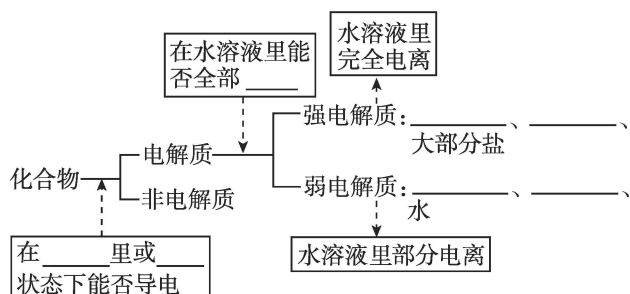
第 2 讲 离子反应 离子方程式

考点一 电解质的电离

夯实必备知识

1. 电解质

(1) 电解质



[微点拨 1] 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。例如, SO_2 、 NH_3 (因溶于水分别生成的 H_2SO_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 能电离出自由移动的离子而导电)等。③区分电解质和电解质溶液: HCl 是电解质;盐酸是 HCl 的水溶液,属于混合物,是电解质溶液。

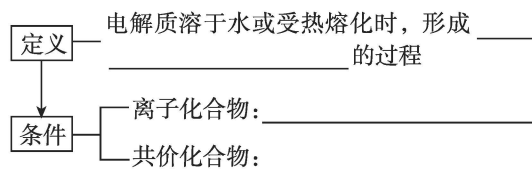
(2) 强电解质和弱电解质的比较

	强电解质	弱电解质
概念	水溶液里能完全电离的电解质	水溶液里只能部分电离的电解质
电离过程	不可逆、不存在电离平衡	可逆、存在电离平衡
溶液中的微粒	离子、水分子	离子、水分子、未电离的分子
物质	强酸: HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 、 HClO_4 、 HBr 、 HI 等; 强碱: KOH 、 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等; 绝大部分盐: BaSO_4 、 BaCl_2 等	弱酸: CH_3COOH 、 HF 、 H_2S 、 H_2CO_3 等; 弱碱: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等; H_2O

[微点拨 2] ①电解质的强弱与物质溶解性无关,溶解度小的物质易被误认为是弱电解质。如 BaSO_4 、 AgCl 等在水溶液中溶解度很小,但溶解部分完全电离,因此属于强电解质。②溶液导电性强弱与自由移动离子的浓度及离子所带的电荷数有关,与电解质强弱无直接关系。

2. 电解质的电离

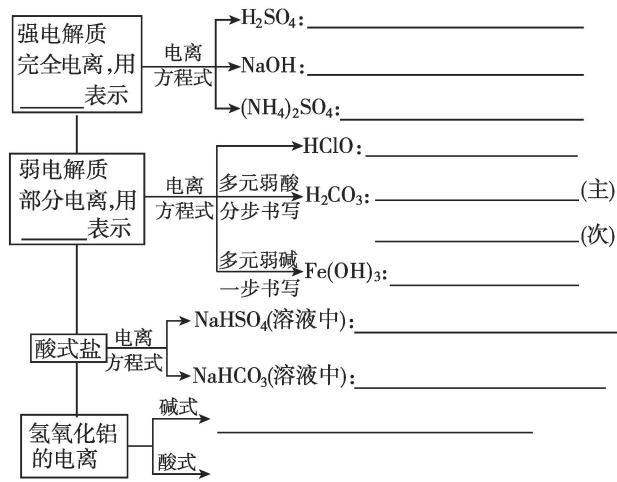
(1) 电离



(2)从电离的角度认识酸、碱、盐

	电离特征及产生离子
酸	电离出的阳离子全部是_____的化合物是酸,分为强酸与弱酸、含氧酸与无氧酸等;但能电离出 H^+ 的物质不一定是酸,如 $NaHSO_4$ 是一种盐
碱	电离出的阴离子全部是_____的化合物是碱,分为强碱与弱碱、可溶性碱与难溶性碱等
盐	由_____ (或铵根离子)与_____ 离子构成的化合物是盐,分为可溶性盐与难溶性盐,酸式盐、碱式盐与正盐等

(3)不同类型电离方程式的书写



提升关键能力

► 题组一 电解质有关概念的理解与应用

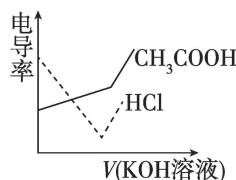
1. [2022·浙江6月选考] 下列物质属于强电解质的是 ()

- A. $HCOOH$ B. Fe
C. Na_2CO_3 D. C_2H_2

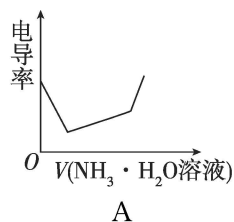
2. [2024·浙江1月选考] 下列物质不属于电解质的是 ()

- A. CO_2 B. HCl
C. $NaOH$ D. $BaSO_4$

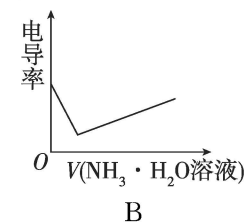
3. 电导率是衡量电解质溶液导电能力大小的物理量,根据溶液电导率变化可以确定滴定反应的终点。图甲是 KOH 溶液分别滴定 HCl 溶液和 CH_3COOH 溶液的滴定曲线示意图。下列四个选项示意图中,能正确表示用 $NH_3 \cdot H_2O$ 溶液滴定 HCl 和 CH_3COOH 混合溶液的滴定曲线的是 ()



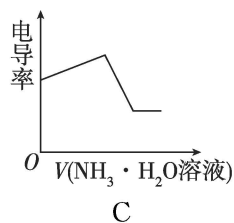
甲



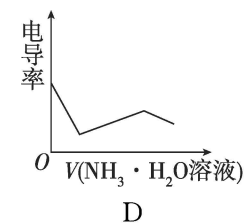
A



B



C



D

◆◆ 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能否自身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 电离方程式的书写及正误判断

1. 下列说法正确的是 ()

- A. $NaHCO_3$ 是强电解质,故 $NaHCO_3$ 的电离方程式为 $NaHCO_3 = Na^+ + H^+ + CO_3^{2-}$
B. 室温下, $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 BOH 溶液的 $pH = 11$, 则 BOH 的电离方程式为 $BOH \rightleftharpoons B^+ + OH^-$
C. $25^\circ C$ NaA 溶液的 $pH > 7$, 则 HA 的电离方程式为 $HA = H^+ + A^-$
D. $CaCO_3$ 的饱和水溶液导电性很弱,故 $CaCO_3$ 的电离方程式为 $CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CO_3^{2-}$

2. 写出下列物质在水溶液中的电离方程式。

- (1) $HClO_4$: _____
(2) $HClO$: _____
(3) H_2SO_3 : _____
(4) $NH_3 \cdot H_2O$: _____
(5) $Ba(OH)_2$: _____
(6) $NaHCO_3$: _____
(7) $NaHSO_4$ (水溶液): _____
(8) $NaHSO_4$ (熔融): _____

◆◆ 规律小结

电离方程式书写“三原则”

(1)符合客观事实,不能随意书写离子符号,注意原子团的不可拆分性(注意:NaHSO₄在水中完全电离,生成Na⁺、H⁺、SO₄²⁻)。

(2)质量守恒:“=”或“ $\rightleftharpoons$ ”左右两边原子种类、数目不变。

(3)电荷守恒:电离方程式“=”或“ $\rightleftharpoons$ ”左右两边的电荷总数相等。

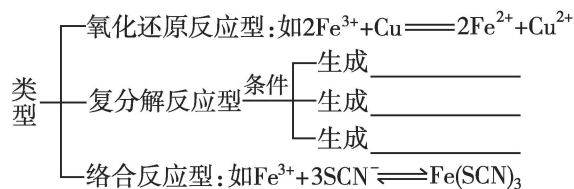
考点二 离子反应 离子方程式

夯实必备知识

1. 离子反应

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

(2)类型



[提醒] 离子反应的实质是溶液中某些离子的物质的量浓度减小。

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。

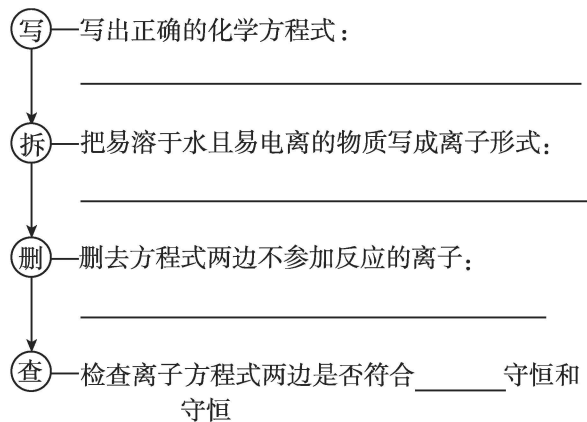
(2)意义

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。

[提醒] 离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 并非只能代表强酸与强碱生成可溶性盐的中和反应,也可代表如下反应: $\text{NaOH} + \text{NaHSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3)书写步骤:(以Na₂SO₄溶液和BaCl₂溶液的反应为例)



[提醒] 可逆反应的离子方程式用“ $\rightleftharpoons$ ”连接。

提升关键能力

► 题组一 常见离子方程式的书写

1. 常见反应离子方程式的书写——注意原理及拆分

(1)实验室用MnO₂和浓盐酸共热制取Cl₂:

(2)向Al₂(SO₄)₃溶液中加入过量氨水:

(3)铜与稀硝酸的反应:

(4)NaHCO₃溶液中加入稀硫酸:

(5)向NaClO溶液中通入少量SO₂:

2. 多重反应离子方程式的书写——防止反应遗漏

(1)Ba(OH)₂溶液与(NH₄)₂SO₄溶液混合:

(2)Al₂(SO₄)₃溶液与Ba(OH)₂溶液混合使BaSO₄沉淀完全:

(3)Mg(HCO₃)₂溶液与足量的NaOH溶液反应:

(4)FeBr₂与足量Cl₂反应:

◆◆ 方法归纳

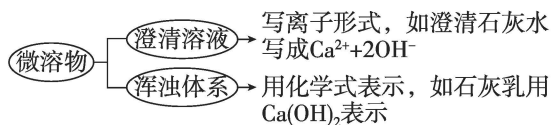
离子方程式书写注意事项

1. 离子方程式书写中物质拆分的一般规律

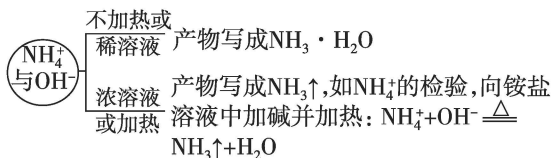
- (1)能拆分的物质一般为强酸、强碱和大多数可溶性盐。
- (2)不能拆分的物质:难溶物(如CaCO₃)、弱电解质(如H₂O、HF)、氧化物(如Na₂O、CO₂)、多元弱酸的酸式酸根离子(如HSO₃⁻)、非电解质(如蔗糖)、固相反应(如氯化铵固体与氢氧化钙固体混合加热)等在离子方程式中用化学式表示。

(3) 三类特殊情况的处理

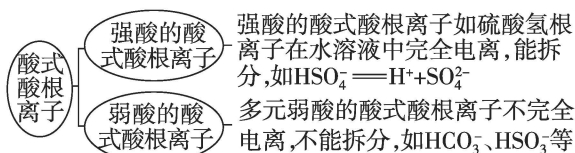
①微溶物作为产物视为沉淀,作为反应物处理如下:



② NH_4^+ 与 OH^- 反应的处理



③酸式酸根离子的处理



2. 多种离子参与的离子方程式书写注意事项

(1)防止离子方程式未写全,出现丢失现象,如 FeBr_2 与 Cl_2 反应,只写了 Br^- 与 Cl_2 的反应,忽略 Fe^{2+} 与 Cl_2 的反应。

(2)防止离子方程式各微粒比与物质组成不相符,如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 H_2SO_4 反应, H^+ 、 OH^- 和生成物 H_2O 的化学计量数均为2,但不能同时约去这个化学计量数。

► 题组二 与量有关的离子方程式的书写

1. 连续型离子方程式的书写

(1)向 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入盐酸至有大量气泡冒出,该反应过程中发生反应的离子方程式为_____。

(2)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)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:_____。

2. 先后型离子方程式的书写

(1) NH_4HSO_4 溶液与 NaOH 溶液的反应:

NaOH 不足:_____。

NaOH 过量:_____。

(2)向 FeBr_2 溶液中通入 Cl_2 :

少量:_____。

等物质的量:_____。

过量:_____。

3. 配比型离子方程式的书写

(1)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。

KHCO_3 不足:_____。

KHCO_3 过量:_____。

(2)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。

NaOH 溶液少量:_____。

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

_____。

NaOH 溶液过量:_____。

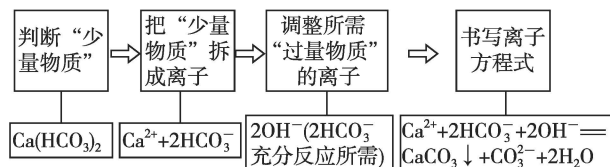
◆◆ 易错警示

与量有关的离子方程式的书写方法

(1)配比型

配比型离子反应按照“以少定多”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:



(2)氧化还原型

若某一溶液中同时含有多种还原性(或氧化性)物质,则加入一种氧化剂(或还原剂)时,应注意离子反应顺序,根据氧化还原反应规律中的强弱规律进行判断,谁强谁先反应。

如将少量的 Cl_2 通入 FeI_2 溶液中,离子方程式为 $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$;若 Cl_2 过量,则离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{I}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}_2 + 6\text{Cl}^-$ 。

► 题组三 离子方程式的正误判断

1. [2023·浙江1月选考]下列反应的离子方程式不正确的是_____。

A. Cl_2 通入氢氧化钠溶液: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

B. 氧化铝溶于氢氧化钠溶液: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

C. 过量 CO_2 通入饱和碳酸钠溶液: $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3\downarrow$

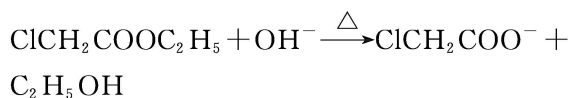
D. H_2SO_3 溶液中滴入氯化钙溶液: $\text{SO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaSO}_3\downarrow$

2. 下列离子方程式正确的是 ()

- A. 硫化钠溶液和硝酸混合: $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow$
 B. 用惰性电极电解饱和氯化钠溶液: $2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
 C. 向 BaCl_2 溶液中通入 SO_2 : $\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$
 D. FeSO_4 溶液中加入 H_2O_2 溶液产生沉淀: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 4\text{H}^+$

3. [2023·浙江稽阳联谊学校联考] 下列离子方程式书写正确的是 ()

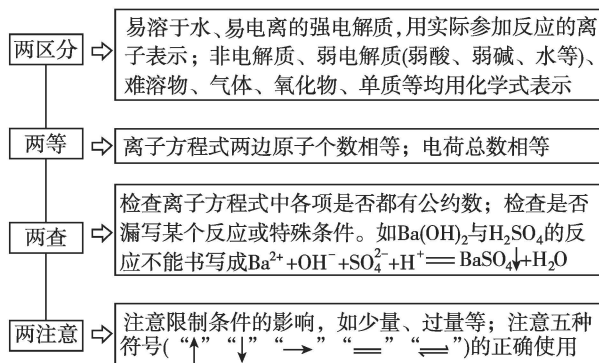
- A. 硝酸钡溶液中通入少量 SO_2 : $\text{Ba}^{2+} + \text{NO}_3^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NO} + \text{H}^+$
 B. 用过量的碳酸钠溶液吸收氯气: $\text{CO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{ClO}^- + \text{Cl}^-$
 C. 氯乙酸乙酯在过量 NaOH 溶液中加热:



- D. 铝片投入过量的 NaOH 溶液中发生反应: $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

思维模型

离子方程式正误判断的审题要点



第3讲 离子共存 离子的检验与推断

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. 判断离子能否大量共存的“四个要点”

判断多种离子能否大量共存于同一溶液中,归纳起来就是一色、二性、三特殊、四反应。

(1)一色——溶液颜色。

几种常见离子的颜色

离子	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}	MnO_4^-	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
溶液颜色					

(2)二性——溶液的酸碱性。

①在强酸性溶液中, OH^- 及弱酸根阴离子(如 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 CH_3COO^- 等)不能大量存在。

②在强碱性溶液中, H^+ 及弱碱阳离子(如 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 等)不能大量存在。

③酸式弱酸根离子(如 HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HS^- 等)在强酸性和强碱性溶液中均不能大量存在。

(3)三特殊——三种特殊情况。

① $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 与 HCO_3^- 不能大量共存。

②“ $\text{NO}_3^- + \text{H}^+$ ”组合具有强氧化性,不能与 S^{2-} 、 Fe^{2+} 、 I^- 等还原性离子共存。

③ NH_4^+ 与 CH_3COO^- 、 CO_3^{2-} ; Mg^{2+} 与 HCO_3^- 等组合,虽然水解相互促进,但仍能大量共存。

(4)四反应——四种反应类型。

指离子间通常能发生的四种反应的类型,能相互反应的离子显然不能大量共存。

①复分解反应:

如 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} , NH_4^+ 与 OH^- , CH_3COO^- 与 H^+ 等。

②氧化还原反应:

Fe^{3+} 与 S^{2-} 、 I^- 等; MnO_4^- 、 ClO^- 与 S^{2-} 、 Fe^{2+} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 等还原性的离子因发生氧化还原反应而不能大量共存。

③相互促进的水解反应:

如 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 与 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等。

④络合反应:

如 Fe^{3+} 与 SCN^- 等。

► 题组一 无限制条件的离子共存

1. [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^-

2. 对下列粒子组在溶液中能否大量共存的判断和分析均正确的是 ()

	粒子组	判断和分析
A	Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	不能大量共存,因发生反应: $\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{NH}_4^+$
B	H^+ 、 K^+ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 SO_4^{2-}	不能大量共存,因发生反应: $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
C	Na^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 H_2O_2	能大量共存,粒子间不反应
D	H^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 MnO_4^-	能大量共存,粒子间不反应

◆◆ 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 有限制条件的离子共存

1. 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-}

2. [2023·浙江杭州周边四校期末] 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. $\text{pH}=1$ 的溶液中: K^+ 、 Fe^{2+} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 SO_4^{2-}
 B. $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}=10^{-12}$ 的溶液中: Na^+ 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 CH_3COO^-
 C. 水电离的 $c_{\text{水}}(\text{H}^+)=1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 、 Cu^{2+}
 D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeCl_3 溶液中: K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 SCN^-

◆◆ 解题策略

离子共存的限制条件分析

(1)表示溶液呈酸性的常见表述:

- ①常温下, $\text{pH}=1$ 的溶液;
- ②使 pH 试纸变红的溶液;
- ③使甲基橙呈红色的溶液;
- ④与镁粉反应放出氢气的溶液;
- ⑤ $c(\text{OH}^-)=1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液。

(2)表示溶液呈碱性的常见表述:

- ①常温下 $\text{pH}=14$ 的溶液;
- ②使 pH 试纸变蓝的溶液;
- ③使酚酞变红的溶液;
- ④ $c(\text{H}^+)=1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液。

(3)表示溶液既能呈酸性也能呈碱性的常见表述:

- 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)无色溶液:不含有 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 MnO_4^- 等。
- (5)隐含的氧化性或还原性离子:

① S^{2-} 与 SO_3^{2-} 在碱性条件下可以共存,但在酸性条件下则会发生氧化还原反应。

② NO_3^- 在碱性和中性环境中不表现氧化性,酸性环境中具有氧化性。

③ ClO^- 在酸性、中性和碱性环境中均有较强的氧化性。

(6)存在强氧化性的 Fe^{3+} 时,可能存在强还原性的 Fe^{2+} ,因二者没有中间价态,不能发生氧化还原反应。

考点二 离子的检验与推断

夯实必备知识

1. 一般离子的检验

(1)常见阳离子的检验

离子	检验试剂	实验现象	离子方程式
H ⁺	石蕊溶液	溶液变红	—
Na ⁺	焰色试验	火焰呈黄色	—
Fe ²⁺	① _____ ② _____、氯水 ③ _____	① 先生成白色沉淀,很快变为灰绿色,最后变为红褐色 ② 不变色,加氯水后变红色 ③ 生成蓝色沉淀	① _____、 ② _____、
Fe ³⁺	①NaOH 溶液 ②KSCN 溶液	①出现红褐色沉淀 ②溶液呈红色	①Fe ³⁺ + 3OH ⁻ === Fe(OH) ₃ ↓ ② _____
Cu ²⁺	NaOH 溶液	产生蓝色沉淀	_____
NH ₄ ⁺	NaOH 溶液(混合加热),湿润的红色石蕊试纸	产生无色有刺激性气味的气体,气体使石蕊试纸变蓝	_____
Mg ²⁺	NaOH 溶液	产生白色沉淀	_____
Al ³⁺	NaOH 溶液	生成白色沉淀,继续加 NaOH 溶液,沉淀溶解	_____、 _____

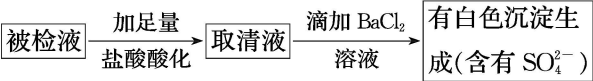
(2)常见阴离子的检验

离子	检验试剂	实验现象	离子方程式
OH ⁻	① _____ ② _____	①呈红色 ②呈蓝色	—
Cl ⁻	AgNO ₃ 溶液,稀 HNO ₃	产生白色沉淀	_____
Br ⁻	AgNO ₃ 溶液,稀 HNO ₃	产生淡黄色沉淀	_____
I ⁻	AgNO ₃ 溶液,稀 HNO ₃	产生黄色沉淀	_____
SO ₄ ²⁻	稀盐酸,BaCl ₂ 溶液	加稀盐酸无现象,再加 BaCl ₂ 溶液有白色沉淀	_____
SO ₃ ²⁻	稀硫酸,品红溶液	产生无色有刺激性气味的气体,气体能使品红溶液褪色	_____
CO ₃ ²⁻	稀盐酸,澄清石灰水	产生白色沉淀	_____、 _____

2. 两种常考离子的检验与干扰排除

(1)SO₄²⁻ 的检验

①检验方法



②排除干扰

Ag ⁺ 的干扰	先用盐酸酸化,能防止 Ag ⁺ 的干扰
CO ₃ ²⁻ 、SO ₃ ²⁻ 的干扰	因为 BaCO ₃ 、BaSO ₃ 也是白色沉淀,与 BaSO ₄ 白色沉淀不同的是这些沉淀能溶于盐酸中,因此检验 SO ₄ ²⁻ 时,必须用盐酸酸化(不能用 HNO ₃ 、H ₂ SO ₄ 酸化)

[注意] 所用的钡盐不能是 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, 因为在酸性条件下, SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 会被溶液中的 NO_3^- (H^+) 氧化成 SO_4^{2-} , 从而得出错误结论。

(2) Fe^{2+} 的检验

- ①溶液中只含 Fe^{2+} , 可用 KSCN 溶液和氯水检验。
②溶液中含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} , 不含 Cl^- 时, 可加入酸性 KMnO_4 溶液检验, 溶液褪色, 说明溶液中含有

Fe^{2+} , 不能用 KSCN 溶液和氯水, 原因是 Fe^{3+} 造成干扰。

③溶液中含有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 时, 加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (铁氰化钾) 溶液, 生成蓝色沉淀, 不能用酸性 KMnO_4 溶液, 原因是 Cl^- 也能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, Cl^- 造成干扰。

提升关键能力

► 题组一 离子的检验

1. [2023·浙大附中模拟] 下列实验操作、现象和所得实验结论均正确的是 ()

选项	实验操作	现象	实验结论
A	向少量溶液中滴加氢氧化钠溶液, 用湿润的蓝色石蕊试纸在试管口检验	试纸变红	该溶液中存在 NH_4^+
B	向某溶液先滴加硝酸酸化, 再滴加 BaCl_2 溶液	出现白色沉淀	原溶液中含有 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 中的一种或几种
C	红热的铁与水蒸气反应后的固体物质, 用稀硫酸溶解, 滴入几滴 KSCN 溶液	未显红色	固体物质中不含 +3 价铁元素
D	用盐酸将铂丝洗净, 蘸取 X 溶液进行焰色试验	火焰呈绿色	X 溶液中一定有 Cu^{2+}

2. [2023·浙江绍兴模拟] 下列有关离子检验的描述正确的是 ()

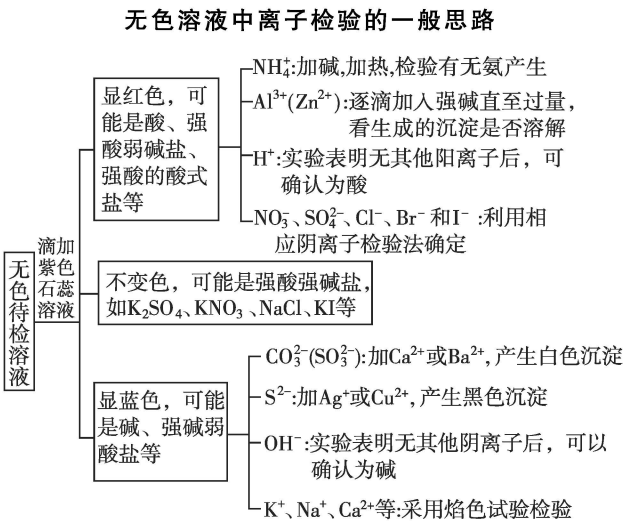
- ①用铂丝蘸取某碱金属的盐溶液灼烧, 火焰呈黄色, 证明其中含有 Na^+
②某溶液中加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 产生白色沉淀; 再加足量盐酸, 仍有白色沉淀, 原溶液中有 SO_4^{2-}
③向久置的 Na_2SO_3 溶液中加入足量 BaCl_2 溶液, 出现白色沉淀; 再加入足量稀盐酸, 部分沉淀溶解, 则部分 Na_2SO_3 被氧化
④将某溶液与稀盐酸反应产生的气体通入澄清石灰水, 石灰水变浑浊, 则该溶液中一定含有 CO_3^{2-}
⑤检验溶液中是否含 NH_4^+ : 取少量溶液于试管中, 加入 NaOH 浓溶液并加热, 用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体

⑥检验溶液中是否含有 Fe^{2+} : 取少量待检验溶液, 向其中加入少量新制氯水, 再滴加 KSCN 溶液, 观察实验现象

⑦在未知液中滴加 BaCl_2 溶液出现白色沉淀, 加稀硝酸, 沉淀不溶解, 说明该未知液中存在 SO_4^{2-} 或 SO_3^{2-}

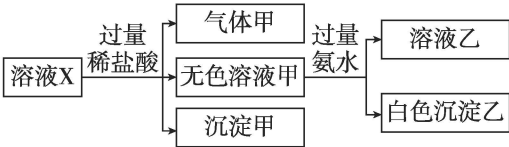
- A. ①③④⑤ B. ①③⑤
C. ①④⑤⑥⑦ D. ①③⑤⑦

◆◆ 方法归纳



► 题组二 离子 (物质) 的推断

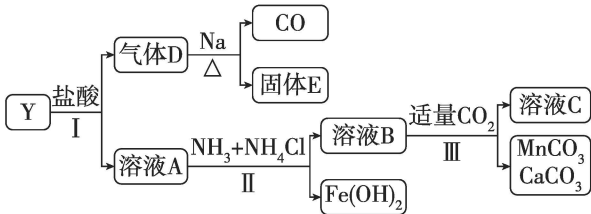
1. 水溶液 X 中只可能溶有 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 NO_3^- 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 SiO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 中的若干种离子。某同学对该溶液进行了如下实验:



下列判断正确的是 ()

- A. 气体甲一定是纯净物
B. 沉淀甲是硅酸和硅酸镁的混合物
C. Na^+ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 和 SiO_3^{2-} 一定存在于溶液 X 中
D. CO_3^{2-} 和 NO_3^- 一定不存在于溶液 X 中

2. [2024·浙江1月选考节选] 固态化合物Y的组成为 $\text{MgCaFeMn}(\text{CO}_3)_4$,以Y为原料实现如下转化。



已知: NH_3 与溶液A中金属离子均不能形成配合物。

请回答:

(1)依据步骤Ⅲ, MnCO_3 、 CaCO_3 和 MgCO_3 中溶解度最大的是_____。写出溶液C中的所有阴离子:_____。步骤Ⅱ中,加入 NH_4Cl 的作用是_____。

(2)下列说法正确的是_____。

- A. 气体D是形成酸雨的主要成分
B. 固体E可能含有 Na_2CO_3
C. $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 可溶于 NH_4Cl 溶液
D. 碱性: $\text{Ca}(\text{OH})_2 < \text{Fe}(\text{OH})_2$

◆◆ 归纳总结

离子推断的原则

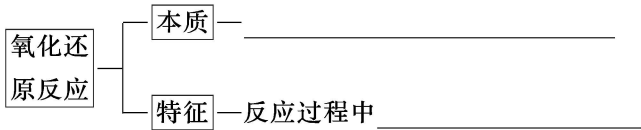
肯定性原则	根据实验现象推出溶液中肯定存在或肯定不存在的离子(记住常见的有色离子: Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 MnO_4^- 等)
↓	
互斥性原则	在肯定某些离子的同时,结合离子共存规律,否定一些离子的存在(要注意题目中的隐含条件,如酸性、碱性、指示剂的变化、与铝反应产生氢气、水的电离情况等)
↓	
电中性原则	溶液呈电中性,一定既有阳离子,又有阴离子,且溶液中正、负电总数相等(利用这一原则可确定一些隐含的离子)
↓	
进出性原则	通常是在实验过程中使用,是指在实验过程中反应生成的离子或引入离子对后续实验的干扰

第4讲 氧化还原反应的基本概念和规律

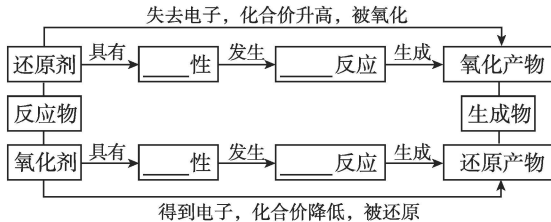
考点一 氧化还原反应及相关概念

夯实必备知识

1. 氧化还原反应的本质和特征



2. 氧化还原反应中对立统一的两组概念



概括为“升失氧、降得还,要说剂、恰相反”。

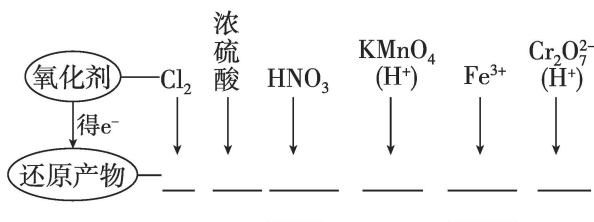
3. 氧化还原反应中电子转移的表示方法

类型	双线桥法	单线桥法
表示方法	$\begin{array}{c} \text{得到 } ne^- \\ \text{氧化剂} + \text{还原剂} \longrightarrow \text{还原产物} + \text{氧化产物} \\ \text{失去 } ne^- \end{array}$	$\begin{array}{c} ne^- \\ \text{氧化剂} + \text{还原剂} \longrightarrow \text{还原产物} + \text{氧化产物} \end{array}$
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”或“失”。 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	$\begin{array}{c} \text{得 } 2 \times 6e^- \\ 2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow \\ \text{失 } 6 \times 2e^- \end{array}$	$\begin{array}{c} 6e^- \\ 3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} \end{array}$

4. 常见的氧化剂和还原剂

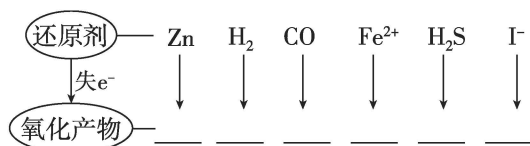
(1) 常见的氧化剂

包括某些活泼的非金属单质、变价元素中高价态元素的化合物或离子、过氧化物等。



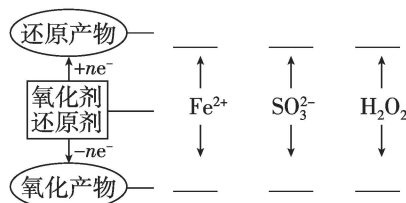
(2) 常见的还原剂

包括某些活泼的金属单质、某些非金属单质、变价元素中低价态元素的化合物或离子等。

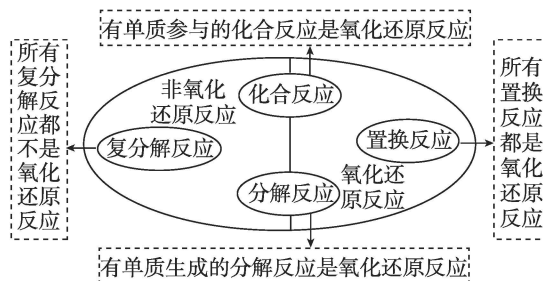


(3) 既有氧化性又有还原性的物质

变价元素的中间价态化合物或离子既有氧化性,又有还原性,可简记为高价氧,低价还,中价全。如:



5. 四种基本反应类型和氧化还原反应的关系



提升关键能力

► 题组一 氧化还原反应的基本概念

1. [2024·浙江1月选考] 汽车尾气中的 NO 和 CO 在催化剂作用下发生反应: $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$, 下列说法不正确的是 (N_A 为阿伏伽德罗常数的值) ()

- A. 生成 1 mol CO_2 转移电子的数目为 $2N_A$
- B. 催化剂降低 NO 与 CO 反应的活化能
- C. NO 是氧化剂, CO 是还原剂
- D. N_2 既是氧化产物又是还原产物

2. [2023·浙江1月选考] 关于反应 $2\text{NH}_2\text{OH} + 4\text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{N}_2\text{O} \uparrow + 4\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$, 下列说法正确的是 ()

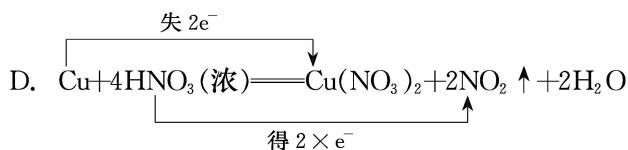
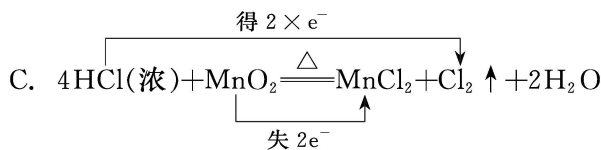
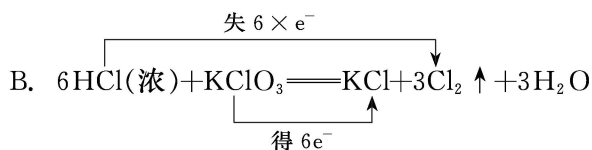
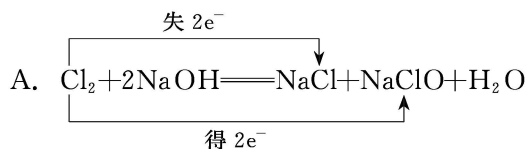
- A. 生成 1 mol N_2O , 转移 4 mol 电子
- B. H_2O 是还原产物
- C. NH_2OH 既是氧化剂又是还原剂
- D. 若设计成原电池, Fe^{2+} 为负极产物

3. [2023·浙江重点中学联盟模拟] 关于反应 $2\text{KMnO}_4 + 2\text{KF} + 10\text{HF} + 3\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{K}_2\text{MnF}_6 + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$, 下列说法正确的是 ()

- A. KF 和 HF 均发生氧化反应
- B. H_2O_2 是还原剂
- C. 转移 3 mol 电子, 1 mol KMnO_4 被氧化
- D. K_2MnF_6 既是氧化产物又是还原产物

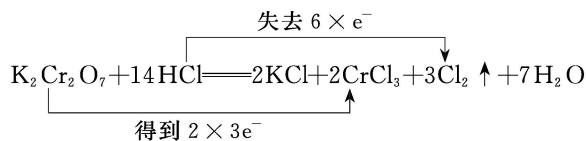
► 题组二 氧化还原反应中电子转移

1. 下列化学反应中电子转移方向、数目表示正确的是 ()



2. 下列说法不正确的是 ()

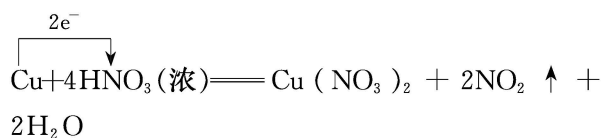
A. 重铬酸钾与浓盐酸反应的电子转移可表示为



B. 将 13.8 g NO_2 (含 N_2O_4) 溶于水, 完全反应后电子转移的数目为 $0.2N_A$

C. 当反应 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 生成 22.4 L 氧气时, 电子转移数目为 $2N_A$

D. “铜溶解于浓硝酸”的电子转移方向和数目:



考点二 氧化还原反应的规律

夯实必备知识

1. 氧化还原反应的基本规律及应用

强弱律	内容	氧化性:氧化剂>氧化产物 还原性:还原剂>还原产物
	应用	(1)比较物质的氧化性或还原性; (2)判断反应能否进行
价态律	内容	同种元素不同价态之间发生反应“只靠拢,不交叉”
	应用	(1)根据化合价判断反应体系中的氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物; (2)判断同种元素不同价态的物质间能否发生反应
先后律	内容	(1)同时含有几种还原剂,加入一种氧化剂,按还原性由强到弱依次反应; (2)同时含有几种氧化剂,加入一种还原剂,按氧化性由强到弱依次反应
	应用	(1)判断物质的稳定性; (2)判断反应的先后顺序
守恒律	内容	氧化还原反应中,化合价升降总数一定相等,得失(转移)电子数一定相等
	应用	(1)氧化还原方程式的配平; (2)氧化还原反应的相关计算; (3)电极反应式配平及电化学计算

2. 两种特殊的氧化还原反应

(1)歧化反应规律思维模型

“中间价 $\rightarrow$ 高价+低价”。

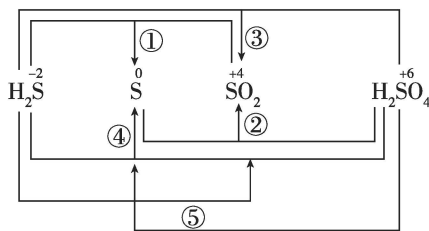
具有多种价态的元素(如氯、硫、氧、氮和磷元素等)均可发生歧化反应,如: Na_2O_2 与 H_2O 、 Na_2O_2 与 CO_2 、 Cl_2 与 H_2O 、 Cl_2 与 NaOH 、 Cl_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与稀硫酸等反应都属于歧化反应。

(2)价态归中规律思维模型

含不同价态的同种元素的物质间发生氧化还原反应时,该元素价态的变化一定遵循“高价+低价 $\rightarrow$ 中间价”,而不会出现交叉现象。可简记为“两相靠,不相交”。

例如,不同价态硫元素之间可以发生的氧化还原反应如图所示。



[注意] 不会出现⑤中 H_2S 转化为 SO_2 而 H_2SO_4 转化为 S 的情况。

(3)应用

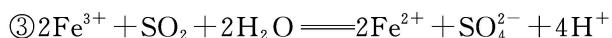
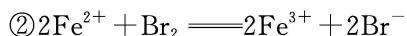
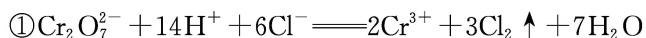
①判断同种元素不同价态物质间发生氧化还原反应的可能性,如浓 H_2SO_4 与 SO_2 不发生反应。

②根据化合价判断反应体系中的氧化剂、还原剂及氧化产物、还原产物。如对于反应 $6\text{HCl} + \text{KClO}_3 = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 中,氧化剂为 KClO_3 ,还原剂为 HCl ,氧化产物和还原产物都为 Cl_2 。

提升关键能力

► 题组一 氧化性、还原性强弱比较及应用

1. 现有下列几个离子反应:



下列有关性质的比较中正确的是 ()

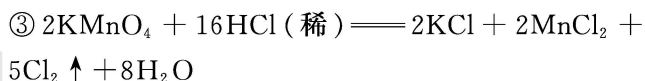
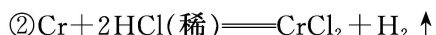
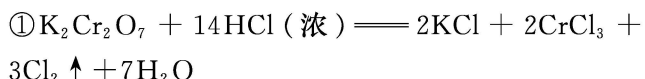
A. 氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$

B. 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

C. 还原性: $\text{SO}_2 < \text{Fe}^{2+} < \text{Br}^-$

D. 还原性: $\text{Cl}^- > \text{Cr}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$

2. 已知有如下反应:



下列说法正确的是 ()

A. 氧化性: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 > \text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$

B. ③中氧化剂与还原剂的物质的量之比为5:1

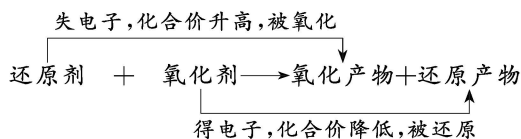
C. 向金属 Cr 中滴入浓硝酸无明显变化,说明两者不能发生反应

D. 向 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中滴入酸性 KMnO_4 溶液,可发生反应: $10\text{Cr}^{3+} + 6\text{MnO}_4^- + 11\text{H}_2\text{O} = 5\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Mn}^{2+} + 22\text{H}^+$

◆◆ 方法技巧

氧化性、还原性强弱比较的方法

方法一:依据反应原理判断



(还原性强)(氧化性强)(氧化性较弱)(还原性较弱)

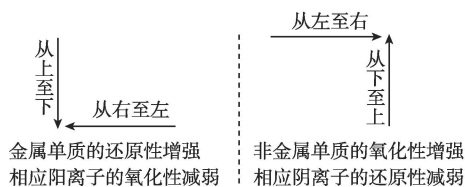
氧化性:氧化剂>氧化产物

还原性:还原剂>还原产物

可总结为比什么性,找什么剂,产物之性弱于剂。

方法二:依据元素周期表及相关物质的活动性顺序判断

(1)根据元素周期表判断



(2)根据金属活动性顺序判断

K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Sn	Pb(H)	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
还原性逐渐减弱													
K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	(H ⁺)	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺	
氧化性逐渐增强													

(3)根据非金属活动性顺序判断

F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂	S	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻
氧化性逐渐减弱					还原性逐渐增强				

方法三:依据电化学原理判断

(1)原电池:一般情况下,两种不同的金属构成原电池的两极,还原性:负极>正极。

(2)电解池(惰性电极):在阴极先放电的阳离子的氧化性较强,在阳极先放电的阴离子的还原性较强。

方法四:根据影响因素判断氧化性、还原性强弱的方法

(1)浓度:同一种物质浓度越大,氧化性(或还原性)越强。

(2)温度:同一种物质,温度越高其氧化性越强,如热的浓硫酸的氧化性比冷的浓硫酸的氧化性强。

(3)酸碱性:同一种物质,所处环境酸(碱)性越强其氧化性(还原性)越强。

► 题组二 先后规律及应用

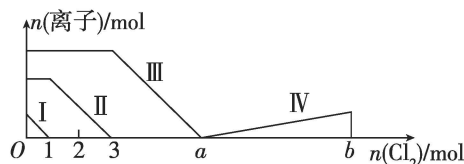
1. 在硫酸铁溶液中,加入少量铜粉至完全溶解后,又加入一定量铁粉,充分反应后有残余固体,则下列判断正确的是 ()

- A. 最后得到的溶液中只含 Cu²⁺
- B. 残余固体一定全部是铜
- C. 残余固体可能为铁、铜混合物
- D. 最后得到的溶液中含有 Fe³⁺

2. 已知氧化性:Fe³⁺>Cu²⁺>Fe²⁺。若在氯化铁溶液蚀刻铜印刷电路板后所得的溶液里加入过量锌片。下列说法不正确的是 ()

- A. Fe³⁺首先反应,转化为 Fe
- B. 反应开始时 c(Fe²⁺)增大,然后又减小
- C. Fe³⁺首先反应,转化为 Fe²⁺
- D. 不可能发生反应 Fe+Cu²⁺→Fe²⁺+Cu

3. 向含 Fe²⁺、I⁻、Br⁻ 的溶液中通入过量的氯气,溶液中四种粒子的物质的量变化如图所示,已知:b-a=5,线段Ⅳ表示一种含氧酸,且Ⅰ和Ⅳ表示的物质中含有相同的元素。下列说法不正确的是 ()



A. 线段Ⅱ表示 Fe²⁺ 的变化情况

B. 线段Ⅳ发生反应的离子方程式为 I₂+5Cl₂+12OH⁻→2IO₃⁻+10Cl⁻+6H₂O

C. 根据图像可计算 a=6

D. 原溶液中 c(Fe²⁺):c(I⁻):c(Br⁻)=2:1:3

◆◆ 归纳总结

“反应先后”规律及应用

当一种氧化剂与多种还原剂(或一种还原剂与多种氧化剂)反应时,若氧化剂(或还原剂)的量不足,要考虑还原剂的还原性(或氧化剂的氧化性)强弱,判断物质发生反应的先后顺序。

(1)同种还原剂与多种氧化剂的反应

在浓度相差不大的溶液中,若同时含有多种氧化剂,加入还原剂时,将按照物质的氧化性由强到弱的顺序依次发生反应。例如,向 CuCl₂、FeCl₃ 的混合溶液中加入铁粉,由于氧化性:Fe³⁺>Cu²⁺,Fe 先与 Fe³⁺ 反应生成 Fe²⁺,剩余铁粉再与 Cu²⁺ 发生置换反应。

(2)同种氧化剂与多种还原剂的反应

在浓度相差不大的溶液中,若同时含有多种还原剂,加入氧化剂时,将按照物质的还原性由强到弱的顺序依次发生反应。例如,在 FeBr₂ 和 FeI₂ 混合液中通入 Cl₂ 时,由于还原性:I⁻>Fe²⁺>Br⁻,故被 Cl₂ 氧化的离子的先后顺序为 I⁻、Fe²⁺、Br⁻。

► 题组三 氧化还原反应中的价态律

1. 被称为万能还原剂的 NaBH₄(NaBH₄ 中 H 为 -1 价)能溶于水并和水发生反应:NaBH₄+4H₂O→Na[B(OH)₄]+4H₂↑,下列有关该反应的说法正确的是 ()

- A. NaBH₄ 既是氧化剂又是还原剂
- B. NaBH₄ 是氧化剂,H₂O 是还原剂
- C. NaBH₄ 中 B 没有参加氧化还原反应,H 被氧化
- D. 被氧化的元素与被还原的元素质量之比为 1:2

2. [2023·浙江金华十校模拟] 三草酸合铁酸钾是制备负载型活性铁催化剂的主要原料,在光照下易分解:4K₃[Fe(C₂O₄)₃] $\xrightarrow{\text{光照}}$ 6K₂O+2FeO+Fe₂O₃+11CO↑+13CO₂↑,下列说法不正确的是 ()

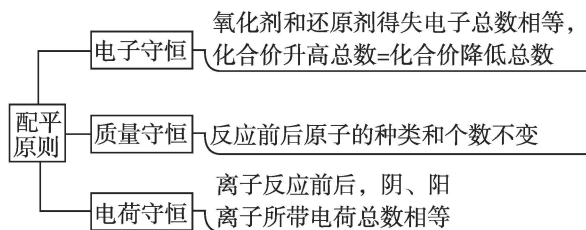
- A. 反应物中 Fe 元素只体现氧化性,C 元素既体现氧化性又体现还原性
- B. 氧化产物和还原产物的物质的量之比为 1:1
- C. 若有 2 mol Fe³⁺ 被还原,则被还原的 C₂O₄²⁻ 为 6 mol
- D. 每生成 0.6 mol K₂O,转移电子 1.3 mol

第5讲 氧化还原反应的配平与计算

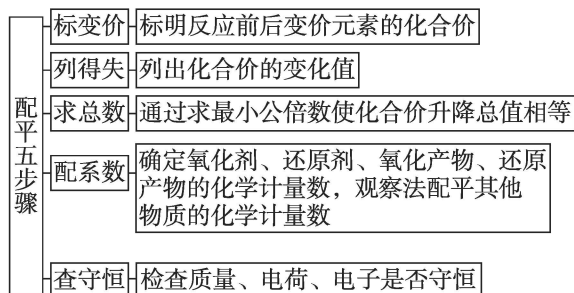
夯实必备知识

一、氧化还原反应方程式的配平

1. 配平原则



2. 配平氧化还原方程式的“五个步骤”



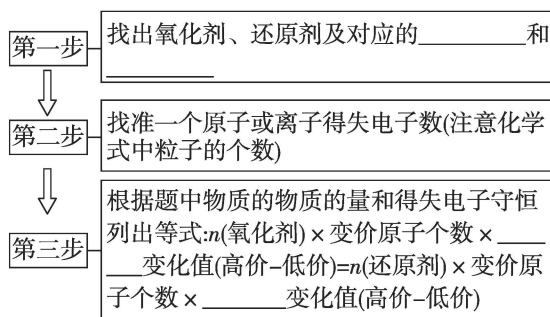
二、应用电子守恒进行相关计算

1. 电子得失守恒法的基本依据

_____ 得到电子总数 = _____ 失去电子总数。

2. 氧化还原反应的计算步骤

(1) 一步反应的计算步骤



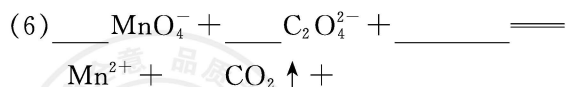
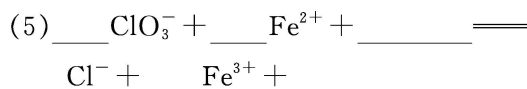
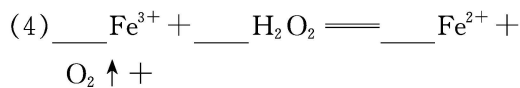
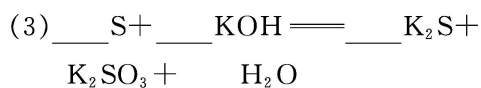
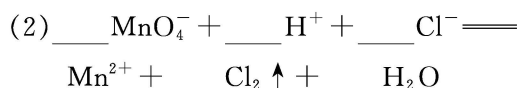
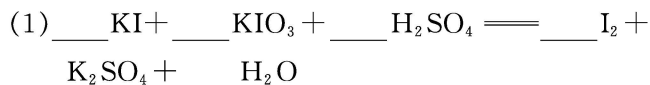
(2) 多步连续进行的氧化还原反应的有关计算

有的试题反应过程多,涉及的氧化还原反应也多,数量关系较为复杂,若用常规方法求解比较困难,若抓住失电子总数等于得电子总数这一关系,则解题就变得很简单。解这类试题时,注意不要遗漏某个氧化还原反应,要理清具体的反应过程,分析在整个反应过程中化合价发生变化的元素原子得电子数目和失电子数目。

提升关键能力

► 题组一 氧化还原反应方程式的配平

1. 配平下列化学方程式或离子方程式。



2. [2023·浙江温州十校联合体联考] 关于方程式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{X} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (未配平), 下列说法正确的是 ()

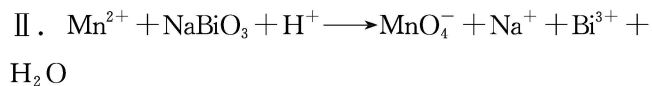
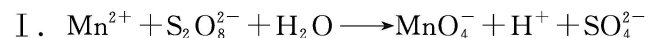
A. X 的化学式为 K_2MnO_4

B. 氧化产物是 CO_2

C. 每消耗 1 mol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 需要转移的电子数为 $6N_A$ (设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值)

D. H_2SO_4 的化学计量数为 20

3. 过二硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 和铋酸钠 (NaBiO_3) 都是工业上常用的强氧化剂。下列分别是 Mn^{2+} 与过二硫酸钠和铋酸钠反应的离子方程式 (未配平)。



下列说法错误的是 ()

A. 过二硫酸钠中 O(-2 价) 和 O(-1 价) 含量之比为 3 : 1

B. 反应 I 中氧化剂和还原剂的物质的量之比是 5 : 2

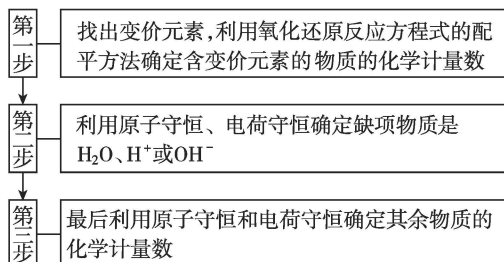
C. 反应 II 生成 1 mol MnO_4^- 时转移电子的物质的量为 5 mol

D. 若反应 I 和反应 II 消耗等量的 Mn^{2+} , 则 I 和 II 中还原产物的物质的量之比为 1 : 1

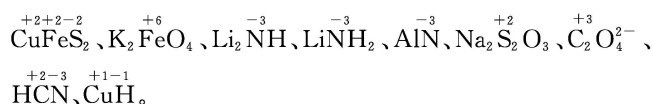
◆◆ 方法归纳

氧化还原反应方程式常用的配平方法

- (1) ①正向配平法:如果被氧化、被还原的元素分别在两种不同的反应物中,通常从方程式左边进行配平。
 ②逆向配平法:对于自身氧化还原反应或反应物只有一种,一般从方程式右边配平较简便。
 ③缺项配平法:缺项型氧化还原反应方程式的特点是某些反应物或生成物的化学式没有写出来,一般为水、酸(H^+)或碱(OH^-),其配平流程可表示为



(2) 近几年高考中一些特殊物质中元素的化合价判断:



► 题组二 应用电子守恒计算

1. 羟胺(NH_2OH)是一种还原剂,能将某些氧化剂还原。现用 25.00 mL $0.049 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 羟胺的酸性

溶液与足量的硫酸铁溶液在煮沸条件下反应,生成的 Fe^{2+} 恰好与 24.50 mL $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酸性 KMnO_4 溶液完全反应。已知: $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平),则羟胺的氧化产物是 ()

- A. N_2 B. N_2O
 C. NO D. NO_2

2. 取 $m \text{ g}$ 铜镁合金完全溶于浓硝酸中,反应过程中,硝酸被还原只产生 8960 mL 的 NO_2 气体和 672 mL 的 N_2O_4 气体(均已折算为标准状况),在反应后的溶液中加入足量的氢氧化钠溶液,生成沉淀的质量为 17.02 g,则 m 等于 ()

- A. 8.64 B. 9.20 C. 9.00 D. 9.44

3. [2023·浙江温州三模] 一定条件下,将 28.8 g Cu_2O 固体投入 100 mL $12.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸溶液中充分反应后,固体全部溶解,硝酸被还原为氮氧化物(NO_x),并收集到 4.48 L NO_x (已折算为标准状况下)。(生成气体全部逸出)

(1) $x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 往反应后的溶液中加入 $4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液,为使沉淀质量达到最大,至少需要 NaOH 溶液为 $\underline{\hspace{2cm}}$ mL。

发展素养 (一) 模型认知——情境型方程式的书写

探究命题角度	发展核心素养
情境型方程式的书写通常在物质推断、氧化还原滴定、化学工艺流程、电化学等试题中出现,考查学生将新信息提取、加工,结合反应现象、化合价变化等提示信息确定反应类型,利用得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒配平反应方程式,规范书写	[宏观辨识与微观探析] 从微观角度分析宏观物质的转化,利用物质类别认识反应的本质,结合溶液的环境,确定微粒的具体存在形式。 [证据推理与模型认知] 在对新情境下所给实验现象、工艺流程分析解读过程中,逐步形成书写陌生方程式的思维模型

【解题策略】

情境型方程式书写的要点

反应类型	过程分析
非氧化还原反应	细读题目信息,要通过现象、性质、化合价等提示确定反应是不是氧化还原反应,这是书写化学方程式的第一步,也是关键点。若化合价反应前后无变化,推测可能的反应物、生成物,一般都为复分解反应,初步按 $\text{AB} + \text{CD} = \text{AD} + \text{CB}$ 书写,然后再验证,最后按原子守恒配平

(续表)

反应类型	过程分析
氧化还原反应	第1步 根据题干信息或流程图,判断氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物 第2步 按“氧化剂+还原剂→还原产物+氧化产物”写出方程式,根据得失电子守恒配平上述四种物质 第3步 根据电荷守恒和溶液的酸碱性,在方程式左边或右边补充 H^+、OH^- 或 H_2O 等 第4步 根据质量守恒、电荷守恒配平反应方程式

探究点1 依据文字信息书写方程式

例 1 (1)[2023·浙江6月选考节选] 富氧煅烧燃煤产生低浓度的 SO_2 , 可以在炉内添加 CaCO_3 通过转化为 CaSO_4 脱除, 写出反应方程式: _____。

(2)[2023·辽宁卷节选] “沉钴镍”中得到的 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 在空气中可被氧化成 $\text{CoO}(\text{OH})$, 该反应的化学方程式为 _____。

【信息解读】

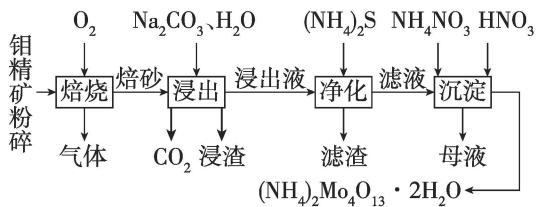
信息指引	(1)反应物是 CaCO_3 、 SO_2 、 O_2 , 生成物是 CaSO_4 和 CO_2 ; (2)反应物: $\text{Co}(\text{OH})_2$ 和 O_2 , 生成物: $\text{CoO}(\text{OH})$, 结合原子守恒推知还生成 H_2O
解题关键	根据题给信息确定反应物和生成物, 结合得失电子守恒和质量守恒, 写出化学方程式

变式题 (1)[2023·山东卷节选] 三氯甲硅烷 (SiHCl_3) 是制取高纯硅的重要原料。已知电负性 $\text{Cl} > \text{H} > \text{Si}$, SiHCl_3 在浓 NaOH 溶液中发生反应的化学方程式为 _____。

(2)[2023·天津卷节选] 已知铜可以与过氧化氢、稀盐酸反应制备 CuCl_2 , 写出该反应的化学方程式: _____。

探究点2 依据流程信息书写方程式

例 2 四钼酸铵是钼深加工的重要中间产品, 具有广泛的用途。工业上以钼精矿(主要含 MoS_2 , 还有 Cu 、 Fe 的化合物及 SiO_2 等)为原料制备四钼酸铵的工艺流程如图所示。



回答下列问题:

(1)“净化”后, 溶液若有低价钼(以 MoO_3^{2-} 表示), 可加入适量 H_2O_2 将其氧化为 MoO_4^{2-} , 反应的离子方程式为 _____。

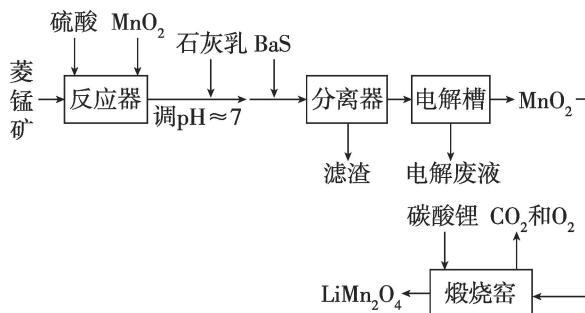
(2)高温下用 H_2 还原 $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_4\text{O}_{13}$ 可制得金属钼, 反应的化学方程式为 _____。

[已知: $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_4\text{O}_{13}$ 受热分解生成 MoO_3]

【信息解读】

信息指引	(1)根据题中信息, “净化”后, H_2O_2 将 MoO_3^{2-} 氧化为 MoO_4^{2-} , 物质转化: $\text{MoO}_3^{2-} \rightarrow \text{MoO}_4^{2-}$, $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 。 (2)根据题中信息“高温下用 H_2 还原 $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_4\text{O}_{13}$ 可制得金属钼”, 物质转化: $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_4\text{O}_{13} \rightarrow \text{Mo}$, $\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
解题关键	根据题给信息确定氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物, 结合得失电子守恒和质量守恒配平化学(或离子)方程式

变式题 1 [2023·全国乙卷节选] LiMn_2O_4 作为一种新型锂电池正极材料受到广泛关注。由菱锰矿 (MnCO_3 , 含有少量 Si 、 Fe 、 Ni 、 Al 等元素) 制备 LiMn_2O_4 的流程如下:

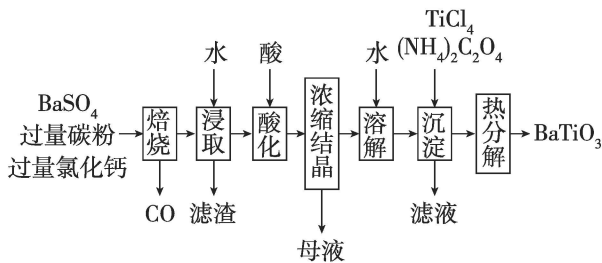


(1)硫酸溶矿主要反应的化学方程式为 _____。

(2)在电解槽中, 发生电解反应的离子方程式为 _____。

(3)煅烧窑中, 生成 LiMn_2O_4 反应的化学方程式是 _____。

变式题 2 [2023·全国甲卷节选] BaTiO_3 是一种压电材料。以 BaSO_4 为原料, 采用下列路线可制备粉状 BaTiO_3 。



(1)“焙烧”后固体产物有 BaCl_2 、易溶于水的 BaS 和微溶于水的 CaS 。“浸取”时主要反应的离子方程式为 _____。

(2)“沉淀”步骤中生成 $\text{BaTiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 的化学方程式为 _____。