



新高考

省命题

听课手册

# 全品 选考专题

精准透

化学  
E

主编：肖德好

沈阳出版发行集团  
沈阳出版社

# 全品选考专题

化学

高三考生

透析命题 聚焦答卷

理想的高考成绩

## 二轮复习

考试多，时间紧  
题量大，做不完？

《全品选考专题》——

情 准 薄



聚焦**14**个基础小专题

突破**19**个能力小专题

透析**4**大热点题型

精准对接 高效突破

二轮复习  
有的放矢

跳出题海  
精准备考

### 只做真正的省专版

精选试题，特别关注本省高考  
试卷结构

知识命题特点、知识之间的联系

题干特点、选项特点

设问特点、答题特点

....

本省的，才是高效的



## 抓住阅卷人眼睛

1. 化学用语答题，字迹清晰整齐，书写规范无误。
2. 考虑问题全面，思维逻辑严谨，语言规范准确。

## 01 选考专题探究

## 专题一 化学语言与概念

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 基础小专题 1 规范使用化学用语 .....               | 001 |
| 基础小专题 2 STSE 与传统文化中的化学价值 .....       | 003 |
| 基础小专题 3 $N_A$ 的综合应用 .....            | 007 |
| 基础小专题 4 反应方程式的正误判断 .....             | 009 |
| 基础小专题 5 氧化还原反应规律及应用 .....            | 010 |
| 能力小专题 6 陌生氧化还原反应方程式书写与氧化还原滴定计算 ..... | 012 |

## 专题二 物质转化与应用(无机部分)

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 基础小专题 7 无机物的性质及用途 .....      | 015 |
| 基础小专题 8 基于“价—类”二维的转化关系 ..... | 017 |
| 能力小专题 9 与工艺“微流程”相关的分析 .....  | 019 |
| 能力小专题 10 与实验“微设计”相关的分析 ..... | 021 |

## • 思维进阶突破(一) 无机工艺流程

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 难点 1 基于流程分析的物质确定与转化原理 / | 023 |
| 难点 2 工艺流程中的条件控制及原因分析 /  | 025 |
| 难点 3 工艺流程中产品的分离提纯和检验 /  | 028 |
| 思维模型构建——无机工艺流程 /        | 030 |

## 专题三 物质结构与性质

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 基础小专题 11 核外电子排布 电离能与电负性 ..... | 032 |
| 基础小专题 12 化学键 配位键和配合物 .....    | 035 |

|          |                       |     |
|----------|-----------------------|-----|
| 基础小专题 13 | 杂化类型与分子空间结构判断 键角的大小比较 | 036 |
| 基础小专题 14 | 简单晶体结构分析及性质           | 039 |
| 能力小专题 15 | 晶胞计算                  | 042 |
| 能力小专题 16 | 文字叙述型“位—构—性”推断        | 044 |
| 能力小专题 17 | 结合结构式进行“位—构—性”推断      | 046 |
| 能力小专题 18 | 物质结构对性质的影响、原因分析及表述    | 049 |

## 专题四 反应变化与规律

|          |                 |     |
|----------|-----------------|-----|
| 能力小专题 19 | 新型化学电源          | 051 |
| 能力小专题 20 | 电解原理的应用         | 055 |
| 能力小专题 21 | 化学反应速率与化学平衡分析   | 058 |
| 能力小专题 22 | 化学反应机理分析        | 062 |
| 能力小专题 23 | 水溶液中“三大平衡”分析    | 066 |
| 能力小专题 24 | 滴定类图像分析         | 068 |
| 能力小专题 25 | 微粒分布系数曲线        | 070 |
| 能力小专题 26 | 对数图像分析          | 072 |
| 能力小专题 27 | 沉淀溶解平衡曲线分析      | 075 |
| 能力小专题 28 | $K_{sp}$ 的计算与应用 | 076 |

### • 思维进阶突破(二) 化学反应原理

难点 1 热化学方程式书写与盖斯定律的应用 / 079

难点 2 化学平衡图像分析、条件控制及原因解释 / 080

难点 3 各类平衡常数及相关计算 / 083

思维模型构建——化学反应原理 / 086

## 专题五 物质转化与应用(有机部分)

|          |                    |     |
|----------|--------------------|-----|
| 基础小专题 29 | 有机物中原子共线共面与同分异构体判断 | 088 |
| 能力小专题 30 | 多官能团有机物的结构与性质      | 089 |

### • 思维进阶突破(三) 有机合成与推断

难点 1 有机综合推断与有机反应方程式书写 / 091

难点 2 应用有序思维突破限定条件下同分异构体书写 / 093

难点 3 有机合成路线设计 / 094

思维模型构建——有机合成与推断 / 096

## 专题六 实验原理与方法

基础小专题 31 实验基本操作 ..... 098

基础小专题 32 实验仪器和装置的合理选用 ..... 100

能力小专题 33 实验方案设计与评价 ..... 102

### • 思维进阶突破(四) 化学综合实验

难点 1 实验装置的作用、选择与连接 / 104

难点 2 实验现象描述、实验条件控制及原因表述 / 107

难点 3 实验数据的分析与处理 / 111

思维模型构建——化学综合实验 / 113

参考答案(另附分册) / 186

## 02 特色专项(另附分册)

The part one

**第一部分 小题快练**

The part two

**第二部分 大题冲关**



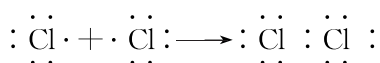
最直接的  
训练方式  
往往最有效

## 基础小专题 1 规范使用化学用语

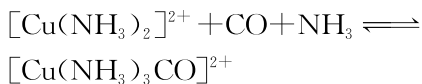
## 经典真题·明考向

例 1 [2024·湖北卷] 化学用语可以表达化学过程,下列化学用语表达错误的是 ( )

A. 用电子式表示  $\text{Cl}_2$  的形成:



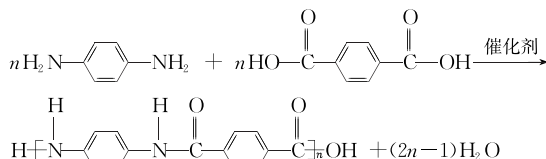
B. 亚铜氨溶液除去合成氨原料气中的  $\text{CO}$ :



C. 用电子云轮廓图示意 p-p  $\pi$  键的形成:

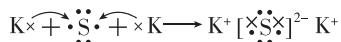


D. 制备芳纶纤维凯芙拉:



例 2 [2023·湖北卷] 化学用语可以表达化学过程,下列化学用语的表达错误的是 ( )

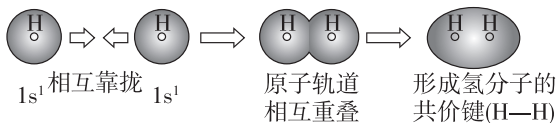
A. 用电子式表示  $\text{K}_2\text{S}$  的形成:



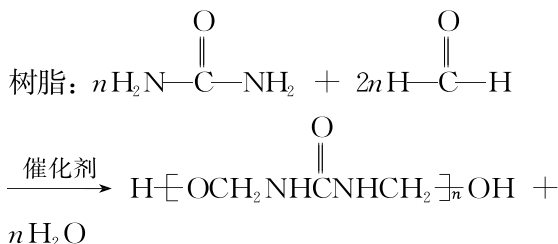
B. 用离子方程式表示  $\text{Al}(\text{OH})_3$  溶于烧碱溶液:



C. 用电子云轮廓图表示 H—H 的 s-s  $\sigma$  键形成的示意图:



D. 用化学方程式表示尿素与甲醛制备线型脲醛



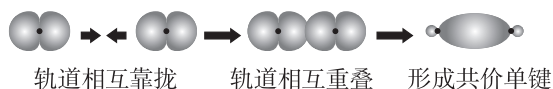
例 3 [2024·湖南卷] 下列化学用语表述错误的是 ( )

A.  $\text{NaOH}$  的电子式:  $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$

B. 异丙基的结构简式:  $\begin{array}{c} \text{—CH—CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

C.  $\text{NaCl}$  溶液中的水合离子:

D.  $\text{Cl}_2$  分子中  $\sigma$  键的形成:



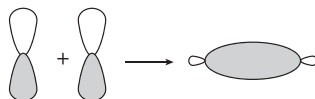
例 4 [2024·山东卷] 下列化学用语或图示正确的是 ( )

A. 的系统命名: 2-甲基苯酚

B.  $\text{O}_3$  分子的球棍模型:

C. 激发态 H 原子的轨道表示式:

D. p-p  $\pi$  键形成的轨道重叠示意图:



## 【思维建模】规范使用化学用语

(1)判断电子式的正误:①判断是离子化合物还是共价化合物;②看是否忽略孤电子对;③离子化合物中不能合并离子;④注意离子与基团(有机)的区别,基团不显电性。

(2)判断结构简式的正误:①判断有机物的碳骨架与名称是否对应;②看是否忽略了有机物的官能团,特别是双键、三键等。

(3)判断轨道表示式的正误:①看清是最外层电子还是价层电子的轨道表示式;②看是否遵循洪特规则和泡利原理。

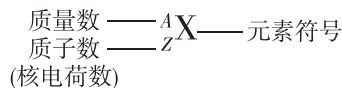
(4)判断球棍模型的正误:①区分球棍模型和空间填充模型;②结合有机分子中成键方式,判断球棍模型是否正确。

(5)判断电离方程式的正误:①判断电解质的强弱;②多元弱酸分步电离,分步书写;③多元弱碱按一步电离书写。

## 必备知识·超链接

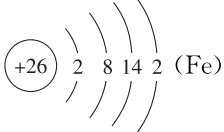
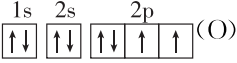
### 1. 明确常用化学用语及使用

#### (1) 核素的表示

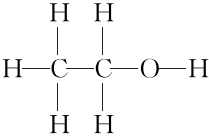
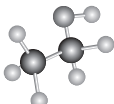


计算质量数(A)的方法: 质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)。

#### (2) 表示物质组成和结构的五种方法

| 五种方法     | 示例                                                                                                                   |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 原子结构示意图  |  (Fe)                               |
| 电子式      | $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^{-}\text{Ca}^{2+}[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^{-}$<br>(CaCl <sub>2</sub> ) |
| 电子排布式    | $1s^2 2s^2 2p^3$ (N)                                                                                                 |
| 轨道表示式    |  (O)                               |
| VSEPR 模型 |  (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) |

#### (3) 表示有机物分子组成和结构的六种方法

| 六种方法   | 示例(以乙醇为例)                                                                           |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 分子式    | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O                                                     |
| 结构式    |  |
| 结构简式   | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH 或 C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH               |
| 键线式    |  |
| 球棍模型   |  |
| 空间填充模型 |  |

**【微点拨】**①键线式省略了碳、氢元素符号,只表示分子中键的连接情况和官能团,每个拐点或终点均表示一个碳原子,根据碳的“四价键”原则,判断省略 C—H 的个数。

②若根据分子式推测有机物的分子结构,可结合不

饱和度(Ω)进行分析。如分子式为 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O 的有机物的 Ω=1,可能为 CH<sub>3</sub>CHO、 (环氧乙烷)等。

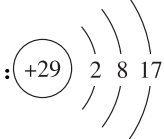
### 2. 掌握两种化学键的形成过程

| 化学键 | 用电子式表示形成过程                                                                                                                                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 共价键 | 不标出弯箭头及电子的转移,表示出共用电子对,如: $\text{H}\times + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \longrightarrow \text{H}\times\ddot{\text{Cl}}\cdot$                     |
| 离子键 | 弯箭头表示电子转移,用中括号将接受电子的原子括起来并标上电荷数,如:<br>$\text{Na}\times + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \longrightarrow \text{Na}^+ [\times\ddot{\text{Cl}}:]^{-}$ |

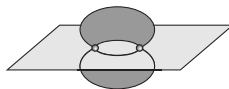
## 最新模拟·精准练

#### 1. [2024·湖北黄冈中学四模] 下列化学用语或图示表达正确的是 ( )

A. 少量 SO<sub>2</sub> 通入 Ca(ClO)<sub>2</sub> 溶液中: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- = \text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$

B. Cu<sup>2+</sup> 的结构示意图:

C. Cl<sub>2</sub> 分子中化学键的电子云轮廓图:



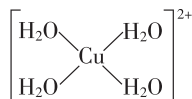
D. CaO<sub>2</sub> 的电子式: $[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{-}\text{Ca}^{2+}[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{-}$

#### 2. 化学学科核心素养中提出了宏观辨识与微观探析,要求能从不同层次认识物质的多样性,能从微粒水平认识物质的组成、结构等。下列叙述的化学用语或图示表达正确的是 ( )

A. NaBF<sub>4</sub> 中阴离子的电子式: $[\text{F}:\ddot{\text{B}}:\text{F}]^{-}$   
F

B. HClO 的空间填充模型:

C. 四水合铜离子[Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>的结构:



D. 石墨烯中 C 原子的杂化:



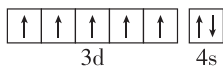
#### 3. [2024·湖南邵阳二模] 下列化学用语或图示表达正确的是 ( )

A. 石英的分子式为  $\text{SiO}_2$

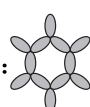
B.  $\text{HClO}$  的电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{O}}:$

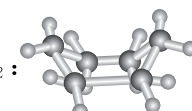
C.  $\text{PCl}_3$  的价层电子对互斥模型为 

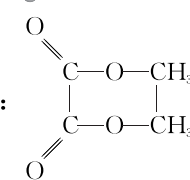
D. 基态  $\text{Co}^{2+}$  的价层电子轨道表示式为

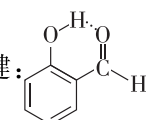


4. [2024·湖南长沙一中一模] 下列有关化学用语表示不正确的是 ( )

A. 苯分子中  $\sigma$  键示意图: 

B. 船式  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ : 

C. 乙二酸二乙酯: 

D. 邻羟基苯甲醛形成分子内氢键: 

## 基础小专题 2 STSE 与传统文化中的化学价值

### 角度一 化学与 STSE

#### 经典真题·明考向

例 1 [2024·湖南卷] 近年来,我国新能源产业得到了蓬勃发展,下列说法错误的是 ( )

- A. 理想的新能源应具有资源丰富、可再生、对环境无污染等特点
- B. 氢氧燃料电池具有能量转化率高、清洁等优点
- C. 锂离子电池放电时锂离子从负极脱嵌,充电时锂离子从正极脱嵌
- D. 太阳能电池是一种将化学能转化为电能的装置

例 2 [2024·黑龙江卷] 家务劳动中蕴含着丰富的化学知识。下列相关解释错误的是 ( )

- A. 用过氧碳酸钠漂洗衣物:  $\text{Na}_2\text{CO}_4$  具有较强氧化性
- B. 酿米酒需晾凉米饭加酒曲:乙醇受热易挥发
- C. 用柠檬酸去除水垢:柠檬酸酸性强于碳酸
- D. 用碱液清洗厨房油污:油脂可碱性水解

例 3 [2024·河北卷] 高分子材料在生产、生活中得到了广泛应用。下列说法错误的是 ( )

- A. 线型聚乙烯塑料为长链高分子,受热易软化
- B. 聚四氟乙烯由四氟乙烯加聚合成,受热易分解
- C. 尼龙 66 由己二酸和己二胺缩聚合成,强度高、韧性好
- D. 聚甲基丙烯酸酯(有机玻璃)由甲基丙烯酸酯加聚合成,透明度高

例 4 [2024·广东卷] “极地破冰”“太空养鱼”等彰显了我国科技发展的巨大成就。下列说法正确的是 ( )

- A. “雪龙 2”号破冰船极地科考:破冰过程中水发生了化学变化
- B. 大型液化天然气运输船成功建造:天然气液化过程中形成了新的化学键
- C. 嫦娥六号的运载火箭助推器采用液氧煤油发动机:燃烧时存在化学能转化为热能
- D. 神舟十八号乘组带着水和斑马鱼进入空间站进行科学实验:水的电子式为  $\text{H}:\text{O}:\text{H}$

#### 必备知识·超链接

### 1. 化学与生产生活

|     | 性质                                           | 用途            |
|-----|----------------------------------------------|---------------|
| (1) | 硅是常用的半导体材料                                   | 可作太阳能电池板      |
| (2) | 二氧化硅导光能力强,并且有硬度和柔韧度                          | 可作光导纤维        |
| (3) | $\text{ClO}_2$ 、次氯酸盐具有强的氧化性                  | 可用于自来水的杀菌消毒   |
| (4) | 钠具有较强的还原性                                    | 可用于冶炼钛、锆、铌等金属 |
| (5) | 锂质量轻、比能量大                                    | 可用作电池负极材料     |
| (6) | $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的熔点很高 | 可作耐高温材料       |

(续表)

|      | 性质                                                       | 用途                                       |
|------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| (7)  | 明矾、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 水解生成的氢氧化铝胶体、氢氧化铁胶体具有吸附性 | 可用作净水剂(混凝剂)                              |
| (8)  | $\text{K}_2\text{FeO}_4$ 是强氧化剂,还原产物铁离子水解生成氢氧化铁胶体         | 可作自来水消毒剂                                 |
| (9)  | 硅胶能吸收水分                                                  | 可作(袋装食品)干燥剂                              |
| (10) | $\text{NaHCO}_3$ 受热分解生成 $\text{CO}_2$ ,能与酸反应             | 可用作焙制糕点的膨松剂、胃酸中和剂                        |
| (11) | $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 水解使溶液显碱性                        | 用热的纯碱溶液洗去油污                              |
| (12) | Al 具有良好的延展性和抗腐蚀性                                         | 常用铝箔包装物品                                 |
| (13) | Fe 具有还原性                                                 | 可用于防止食品氧化变质                              |
| (14) | 乙酸和乙醇发生酯化反应生成乙酸乙酯                                        | 烧菜时加入醋和料酒以提香                             |
| (15) | $\text{CuSO}_4$ 使蛋白质变性                                   | 误服 $\text{CuSO}_4$ 溶液,喝蛋清或豆浆解毒           |
| (16) | 聚乙烯性质稳定且无毒,聚氯乙烯有毒                                        | 聚乙烯可作直接接触食物的食品包装袋,聚氯乙烯不能                 |
| (17) | 蚕丝(或羊毛)灼烧时有特殊气味                                          | 灼烧法可区别蚕丝(或羊毛)和合成纤维                       |
| (18) | 医用酒精中乙醇的体积分数为 75%                                        | 医用酒精用于消毒                                 |
| (19) | $\text{BaSO}_4$ 不溶于水,不与胃酸反应                              | 在医疗上进行胃部造影前, $\text{BaSO}_4$ 用作患者服用的“钡餐” |
| (20) | 阿司匹林显酸性                                                  | 服阿司匹林出现水杨酸反应时用 $\text{NaHCO}_3$ 溶液解毒     |

2. 化学与材料

| 常见材料    |           |                                                | 考点归纳                                                          |
|---------|-----------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 有机高分子材料 | 塑料        |                                                | 主要成分为合成树脂,常见的有热塑性塑料,如聚乙烯;热固性塑料,如网状结构的酚醛树脂                     |
|         | 纤维        | 天然纤维:包括纤维素(棉、麻)、蛋白质(蚕丝、羊毛)等                    |                                                               |
|         |           | 再生纤维:用化学方法将农林产品中的纤维素、蛋白质等天然高分子加工成的黏胶纤维、大豆蛋白纤维等 |                                                               |
|         |           | 合成纤维:以石油、天然气和煤等为原料制成有机小分子单体,再经聚合反应制得,如六大纶等     |                                                               |
|         | 橡胶        |                                                | 分为天然橡胶、合成橡胶。天然橡胶是异戊二烯的聚合物,是线型高分子,合成橡胶有硫化橡胶、特种橡胶等              |
| 无机非金属材料 | 硅酸盐材料     | 玻璃                                             | 普通玻璃的主要原料是纯碱、石灰石和石英砂(主要成分是 $\text{SiO}_2$ ),主要成分是硅酸钙、硅酸钠和二氧化硅 |
|         |           | 水泥                                             | 硅酸盐水泥的主要原料是石灰石和黏土                                             |
|         |           | 陶瓷                                             | 人类应用最早的硅酸盐材料,主要制备原料为黏土                                        |
|         | 新型无机非金属材料 | 硅材料                                            | 晶体硅是重要的半导体材料,光导纤维的主要成分是二氧化硅                                   |
|         |           | 新型陶瓷                                           | 分为高温结构陶瓷、压电陶瓷、透明陶瓷、超导陶瓷等,具有很多新的特性和功能                          |
|         |           | 碳纳米材料                                          | 主要包括富勒烯、碳纳米管、石墨烯等,在能源、信息、医药等领域有广阔的应用前景                        |
| 金属材料    | 纯金属       |                                                | 如铁、镁、铝等                                                       |
|         | 合金        |                                                | 如铁合金、铝合金、新型合金等                                                |

3. 化学与能源

(1)解决能源问题的措施

①提高能源的利用效率:改善开采、运输、加工等各个环节;科学控制燃烧反应,使燃料充分燃烧。

②开发新能源:太阳能、风能、氢能、地热能、海洋能和生物质能等是最有希望的新能源。这些新能源资源丰富,有些为可再生能源,并且在使用时对环境几乎没有污染。

(2)新能源的特点

①太阳能能量巨大,取之不尽,用之不竭,清洁无污染,不需要开采和运输。缺点是能量密度小,受地域和季节的影响较大。

②氢能有三大优点:一是单位质量的燃烧热值高,二是资源丰富,三是无毒、无污染。缺点是储存、运输困难。

③地热能蕴藏丰富,已被应用。

④风能是太阳能的一种转换形式,风能能量巨大。缺点是具有不稳定性,受地区、季节、气候影响较大。

4. 绿色化学

(1)核心思想:改变“先污染后治理”的观念和做法,利用化学原理和技术手段,减少或消除产品在生产和应用中涉及的有害化学物质,实现从源头减少或消除环境污染。

(2)最理想的“原子经济性反应”:反应物的原子全部转化为期望的最终产物,原子利用率为100%。

最新模拟·精准练

1. [2024·湖北三校一模] 加强劳动教育,锻造时代新人。下列劳动场景不涉及化学变化的是 ( )
- A. 糯米酿酒                      B. 卤水点豆腐
- C. 纯碱去油污                      D. 秸秆沤肥
2. [2023·湖北荆州模拟] 化学与生产、生活和科技密切相关。下列说法错误的是 ( )
- A. 醋酸钠结晶析出放热,可制作市场销售的“热袋”
- B. 头发主要由角蛋白构成,频繁烫发会对头发造成一定伤害

C. 味精是一种常用的增味剂,现在主要以淀粉为原料通过发酵法生产

D. “世界铜像之王”三星堆青铜大立人属于合金,其深埋于地下生锈是发生了析氢腐蚀

3. [2024·辽宁丹东一模] 2024年3月2日,“神舟十七号”航天员在空间站机械臂和地面科研人员的配合下完成全部既定任务,安全返回“问天”实验舱,出舱活动取得圆满成功。下列说法正确的是 ( )

A. 构成太空机械臂的铝锂合金硬度和熔点都比其成分金属的低

B. 制作航天服所用的棉纤维、涤纶、尼龙等均属于有机高分子材料

C. 空间站用于数据处理的电子芯片的主要材料为二氧化硅

D. “问天”实验舱采用的砷化镓太阳能电池,能将化学能直接转化为电能

4. [2024·安徽马鞍山三模] 化学与生活联系紧密,下列说法正确的是 ( )

A. 熟石膏可用于制作医用石膏绷带,其主要成分为  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

B. 用于制作塑料包扎绳的聚丙烯,可使酸性高锰酸钾溶液褪色

C. 酒精能使蛋白质变性,生活中常用95%酒精消毒

D. 烷基磺酸根离子等表面活性剂同时具有亲水基团和疏水基团,可用于除去油污

角度二 化学与传统文化

经典真题·明考向

例1 [2024·湖北卷] 劳动人民的发明创造是中华优秀传统文化的组成部分。下列化学原理描述错误的是 ( )

|   | 发明 | 关键操作          | 化学原理     |
|---|----|---------------|----------|
| A | 制墨 | 松木在窑内焖烧       | 发生不完全燃烧  |
| B | 陶瓷 | 黏土高温烧结        | 形成新的化学键  |
| C | 造纸 | 草木灰水浸泡树皮      | 促进纤维素溶解  |
| D | 火药 | 硫黄、硝石和木炭混合,点燃 | 发生氧化还原反应 |

**例 2** [2024·河北卷] 燕赵大地历史悠久,文化灿烂。对下列河北博物院馆藏文物的说法错误的是 ( )



战国宫门青铜铺首



西汉透雕白玉璧



五代彩绘石质浮雕



元青花釉里红瓷盖罐

- A. 青铜铺首主要成分是铜锡合金
- B. 透雕白玉璧主要成分是硅酸盐
- C. 石质浮雕主要成分是碳酸钙
- D. 青花釉里红瓷盖罐主要成分是硫酸钙

**例 3** [2024·黑龙江卷] 文物见证历史,化学创造文明。东北三省出土的下列文物据其主要成分不能与其他三项归为一类的是 ( )

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

**例 4** [2023·湖南卷] 中华文化源远流长,化学与传承密不可分。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

### 必备知识·超链接

#### 1. 传统文化涉及“物质”的判断

根据文言文信息分析物质的性质,判断是何种物质。如:

- ①“有硃水,剪银块投之,则旋而为水”中的“硃水”指的是硝酸。
- ②“鼻冲水”条目下写道:“贮以玻璃瓶,紧塞其口,勿使泄气,则药力不减,气甚辛烈,触人脑,

非有病不可嗅。”“鼻冲水”指的是氨水。

③《本草经集注》中“以火烧之,紫青烟起,乃真硝石也”,“硝石”指  $\text{KNO}_3$ 。

④《汉书》中“高奴县有洧水可燃”中的“洧水”的主要成分是石油等。

#### 2. 传统文化涉及“变化”的判断

由古代文献内容,联系化学反应的特点与本质,判断是否为化学变化;判断化学反应的类型,如置换反应、氧化还原反应、分解反应等。如:

- ①“烈火焚烧若等闲”,该过程涉及的化学变化——碳酸钙的分解。
- ②“熬胆矾( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )铁釜,久之亦化为铜”,涉及的反应类型为置换反应或氧化还原反应。
- ③“火上浇油”“百炼成钢”主要是化学变化,古诗词“千锤万凿出深山”主要是物理变化,“落汤螃蟹着红袍”主要是化学变化等。

#### 3. 传统文化涉及“分离”方法的判断

根据古代文献描述的过程判断分离和提纯的常见方法有蒸馏、蒸发、升华、萃取等。如:

- ①东晋葛洪《肘后备急方》中“青蒿一握,以水二升渍,绞取汁”操作中“渍”表示萃取。
- ②明代《本草纲目》记载烧酒的制造工艺:“自元时始创其法,用浓酒和糟入甑,蒸令气上……其清如水,味极浓烈,盖酒露也。”该过程涉及蒸馏操作;“凡酸坏之酒,皆可蒸烧”“以烧酒复烧二次……价值数倍也”涉及的操作方法是蒸馏。
- ③“……( $\text{KNO}_3$ )所在山泽,冬月地上有霜,扫取以水淋汁后,乃煎炼而成。”“煎炼”涉及蒸发结晶操作。
- ④《本草衍义》中对精制砒霜过程的叙述:“取砒之法,将生砒就置火上,以器覆之,令砒烟上飞,着覆器,遂凝结,累然下垂如乳,尖长者胜,平短者次之。”涉及的操作方法是升华。

### 最新模拟·精准练

1. [2024·湖北沙市中学模拟] 党的二十大报告指出“推动绿色发展,促进人与自然和谐共生”。下列做法不合理的是 ( )

- A. 研制可降解塑料,控制白色污染产生
- B. 研发新能源汽车,降低汽油柴油消耗
- C. 开发利用天然纤维,停止使用合成材料
- D. 研究开发生物农药,减少作物农药残留

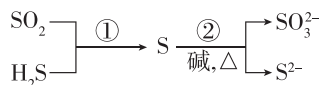
2. [2024·湖南长沙三模] 中国古代文化博大精深,下列有关文献描述涉及氧化还原反应的是 ( )
- A. 《图经衍义本草》:“绛矾本来绿色( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ),亦谓之石胆,烧之赤色”
- B. 《天工开物》:“凡石灰经火焚炼为用”
- C. 《泊秦淮》:“烟笼寒水月笼沙,夜泊秦淮近酒家”
- D. 《韩非子》:“荆南之地,丽水之中生金”

3. [2024·河北保定十校三模] 《备急千金要方》中记载:“上二味(菖蒲、枸杞根)细剉,以水四石煮取一石六斗,去滓,酿二斛米酒,熟,稍稍饮之。”下列说法错误的是 ( )
- A. “菖蒲”中含有天然高分子
- B. “去滓”可采用过滤的方法
- C. 上述文中涉及了萃取、分液操作
- D. 上述酿制“米酒”的过程中发生了化学反应

## 基础小专题 3 $N_A$ 的综合应用

### 经典真题·明考向

- 例 1** [2024·河北卷] 超氧化钾( $\text{KO}_2$ )可用作潜水或宇航装置的  $\text{CO}_2$  吸收剂和供氧剂,反应为  $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2$ ,  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是 ( )
- A. 44 g  $\text{CO}_2$  中  $\sigma$  键的数目为  $2N_A$
- B. 1 mol  $\text{KO}_2$  晶体中离子的数目为  $3N_A$
- C. 1 L 1 mol  $\cdot \text{L}^{-1}$   $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  的数目为  $N_A$
- D. 该反应中每转移 1 mol 电子生成  $\text{O}_2$  的数目为  $1.5N_A$
- 例 2** [2024·黑龙江卷] 硫及其化合物部分转化关系如图。设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值,下列说法正确的是 ( )



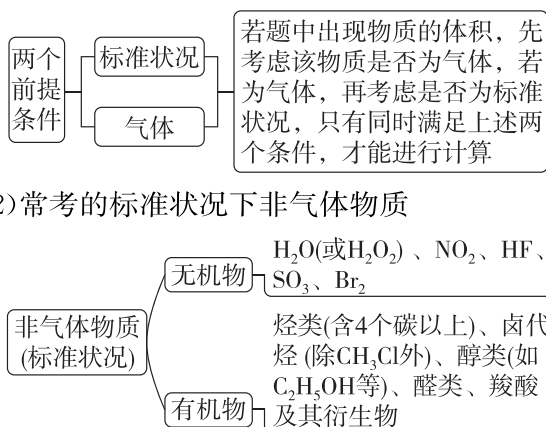
- A. 标准状况下,11.2 L  $\text{SO}_2$  中原子总数为  $0.5N_A$
- B. 100 mL 0.1 mol  $\cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中,  $\text{SO}_3^{2-}$  数目为  $0.01N_A$
- C. 反应①每消耗 3.4 g  $\text{H}_2\text{S}$ ,生成物中硫原子数目为  $0.1N_A$
- D. 反应②每生成 1 mol 还原产物,转移电子数目为  $2N_A$
- 例 3** [2023·河北卷]  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是 ( )
- A. 1 L pH=2 的  $\text{HCl}$  溶液中含  $2N_A$  个  $\text{H}^+$
- B. 反应  $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$  生成 1 mol  $\text{H}_2$ ,转移  $N_A$  个电子
- C. 1 mol 6 号元素的原子一定含有  $6N_A$  个质子、 $6N_A$  个中子

- 例 4** [2024·安徽卷]  $N_A$  是阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是 ( )
- A. 标准状况下,2.24 L  $\text{NO}$  和  $\text{N}_2\text{O}$  混合气体中氧原子数为  $0.1N_A$
- B. 1 L 0.1 mol  $\cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaNO}_2$  溶液中  $\text{Na}^+$  和  $\text{NO}_2^-$  数均为  $0.1N_A$
- C. 3.3 g  $\text{NH}_2\text{OH}$  完全转化为  $\text{NO}_2^-$  时,转移的电子数为  $0.6N_A$
- D. 2.8 g  $\text{N}_2$  中含有的价电子总数为  $0.6N_A$

### 必备知识·超链接

1. “ $V_m = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”的适用条件及  $N_A$  的计算

(1)使用“ $V_m = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”计算的两个前提条件



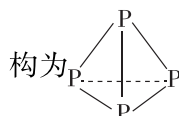
(2)常考的标准状况下非气体物质

2. 物质的组成与结构及  $N_A$  的计算
- (1)稀有气体、臭氧( $\text{O}_3$ )、白磷( $\text{P}_4$ )分子各 1 mol 时,原子数目分别为  $N_A$ 、 $3N_A$ 、 $4N_A$ 。
- (2)一定质量含某核素的物质中的质子、中子、电子或原子的数目,如 1 mol  $\text{D}_2\text{O}$  中质子数为  $10N_A$ 、中子数为  $10N_A$ 、电子数为  $10N_A$  等。

(3)物质构成中的阴阳离子数目及比例,如  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体的构成离子为  $\text{Na}^+$  和  $\text{O}_2^{2-}$ ,阴阳离子个数比为 1:2; $\text{NaHSO}_4$  固体的构成离子为  $\text{Na}^+$ 、 $\text{HSO}_4^-$ ,阴阳离子个数比为 1:1。

(4)等物质的量的羟基( $-\text{OH}$ )与氢氧根离子( $\text{OH}^-$ )所含质子数相同、电子数不同、原子数相同。

(5)1 mol  $\text{SiO}_2$  中含有  $4N_A$  个  $\text{Si}-\text{O}$ ;1 mol 金刚石含有  $2N_A$  个  $\text{C}-\text{C}$ ;1 mol C(石墨)中含  $\text{C}-\text{C}$  的数目为  $1.5N_A$ ;1 mol 白磷( $\text{P}_4$ ,分子结构为



含  $\text{P}-\text{P}$  的数目为  $6N_A$ 。

(6)物质中含有  $\sigma$  键的数目:共价单键是  $\sigma$  键;而共价双键中有一个  $\sigma$  键,另一个是  $\pi$  键;共价三键由一个  $\sigma$  键和两个  $\pi$  键构成。

(7)分子中采取不同杂化方式(如  $\text{sp}^3$  杂化等)的原子数,如  $\text{CH}_3\text{OH}$  中 C、O 原子均采取  $\text{sp}^3$  杂化,1 mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  中采取  $\text{sp}^3$  杂化的原子数为  $2N_A$ 。

### 3. 氧化还原反应中电子的转移及 $N_A$ 的计算

|     |                                                                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 歧化类 | $\text{Na}_2\text{O}_2$ 与 $\text{CO}_2$ (或 $\text{H}_2\text{O}$ )反应、 $\text{Cl}_2$ 与 $\text{NaOH}$ (冷稀、浓热)反应、 $\text{NO}_2$ 与水反应、S与热 $\text{NaOH}$ 溶液反应等 |
| 变价类 | 变价金属( $\text{Fe}$ 、 $\text{Cu}$ )与强氧化剂( $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ )或弱氧化剂( $\text{S}$ 、 $\text{I}_2$ )的反应                                             |
| 用量类 | $\text{Fe}$ 与少量(或足量)稀硝酸反应等                                                                                                                               |
| 稀浓类 | $\text{MnO}_2$ 与浓盐酸反应、 $\text{Cu}$ 与浓硫酸反应、 $\text{Cu}$ 与浓硝酸反应等,要考虑浓度的变化对反应及产物的影响,再判断转移电子的数目                                                              |
| 先后类 | 注意氧化还原反应中粒子的氧化性(或还原性)的强弱对反应的影响,如向 $\text{FeI}_2$ 溶液中通入 $\text{Cl}_2$ ,首先氧化 $\text{I}^-$ ,再氧化 $\text{Fe}^{2+}$                                            |

### 4. 电解质溶液中的粒子及 $N_A$ 的计算

(1)是否存在弱电解质,弱电解质的电离不完全。

(2)是否存在水解,发生水解会导致离子的数目发生变化。

(3)体积是否已知,只有浓度没有体积无法计算离子数目。

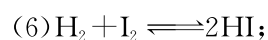
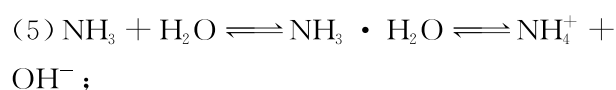
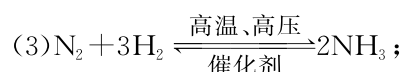
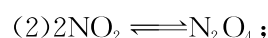
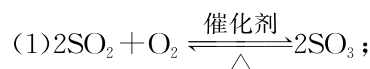
(4)计算氢离子、氢氧根离子、氢原子、氧原子的数目时,不能忽略水的影响。

(5)考虑是否要运用电荷守恒和元素守恒进行计算比较。

(6)所给条件是否与电解质的组成有关,如  $\text{pH}=1$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液  $c(\text{H}^+)=0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,与电解质的组成无关; $0.05\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液,  $c(\text{OH}^-)=0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,与电解质的组成有关。

### 5. 可逆反应(或隐含反应)及 $N_A$ 的计算

在“ $N_A$ ”应用中,高考常考的可逆反应如下:



(7)酯化反应等。

判断生成分子的数目、反应中转移电子的数目等,要考虑可逆反应不能进行到底。

## 最新模拟·精准练

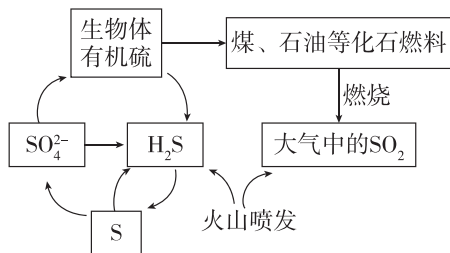
1. [2025·湖北武汉调研] 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。四乙基铅 $[(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}]$ ,熔点为 $-136\text{ }^\circ\text{C}$ ]可用作汽油抗爆震剂,制备原理为  $4\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + 4\text{Na} + \text{Pb} = (\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb} + 4\text{NaCl}$ 。下列说法错误的是 ( )

- A. 1 mol Pb 含有的价电子数目为  $4N_A$
- B. 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$  中所含共价键的数目为  $7N_A$
- C. 1 mol  $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$  中  $\text{sp}^3$  杂化的原子数目为  $8N_A$
- D. 每消耗 2.3 g Na,反应转移的电子数目为  $0.2N_A$

2. [2024·湖南长沙一模] 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值,下列说法正确的是 ( )

- A.  $0.1\text{ mol Na}_2\text{O}_2$  固体与足量的  $\text{H}_2\text{O}$  充分反应,转移  $0.2N_A$  个电子
- B. 1 mol  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  中含有  $\sigma$  键的数目为  $16N_A$
- C. 1 L  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  酸性溶液中所含  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  的数目为  $0.1N_A$
- D.  $0.05\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ BaCl}_2$  溶液中含有  $\text{Cl}^-$  的数目为  $0.1N_A$

3. [2024·广东汕头三模] 如图所示为硫元素在自然界中的循环示意图。设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值,下列说法正确的是 ( )



- A.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硫酸溶液含有的  $\text{H}^+$  数目约为  $0.2N_A$
- B.  $2.24 \text{ L H}_2\text{S}$  中含有的孤电子对数目为  $0.2N_A$
- C.  $2 \text{ mol SO}_2$  与  $1 \text{ mol O}_2$  充分反应后,转移的电子数目为  $4N_A$
- D.  $1 \text{ mol NaHSO}_4$  晶体中所含阳离子数目为  $N_A$

## 基础小专题 4 反应方程式的正误判断

### 经典真题·明考向

例 1 [2024·湖北卷] 过量  $\text{SO}_2$  与以下  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液反应,下列总反应方程式错误的是 ( )

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

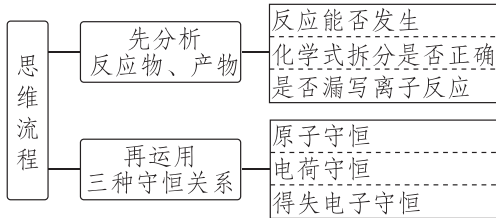
例 2 [2024·北京卷] 下列方程式与所给事实不相符的是 ( )

- A. 海水提溴过程中,用氯气氧化苦卤得到溴单质:  $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
- B. 用绿矾( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )将酸性工业废水中的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  转化为  $\text{Cr}^{3+}$ :  $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
- C. 用  $5\%$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液能有效除去误食的  $\text{Ba}^{2+}$ :  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
- D. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液将水垢中的  $\text{CaSO}_4$  转化为溶于酸的  $\text{CaCO}_3$ :  $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$

例 3 [2024·浙江 6 月选考] 下列离子方程式正确的是 ( )

- A. 用  $\text{CuSO}_4$  溶液除  $\text{H}_2\text{S}$  气体:  $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$
- B.  $\text{H}_2\text{SO}_3$  溶液中滴加  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液:  $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$
- C.  $\text{NaHCO}_3$  溶液中通入少量  $\text{Cl}_2$ :  $2\text{HCO}_3^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- D. 用  $\text{FeCl}_3$  溶液刻蚀覆铜板制作印刷电路板:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

### 【方法技巧】离子方程式正误判断的思维流程



### 必备知识·超链接

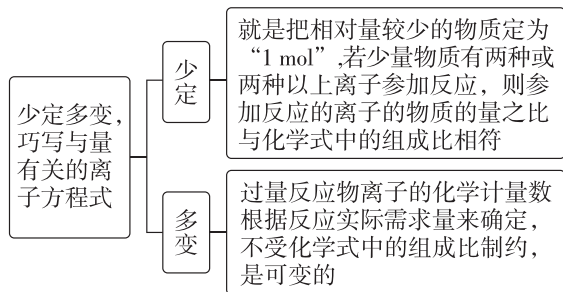
#### 1. 把握离子方程式正误判断的四个关键

|        |                                                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 分析反应体系 | <p>①考虑反应环境(溶液的酸性、氧化性、还原性等);</p> <p>②考虑试剂加入的顺序;</p> <p>③考虑反应物之间的量的关系(如少量、过量、等量)</p>            |
| 分析物质表示 | <p>①易溶于水的强电解质(强酸、强碱和部分盐)拆分成离子形式;</p> <p>②弱电解质、难溶物、单质、氧化物用化学式表示;</p> <p>③微溶物的处理:“清拆分”“浊不拆”</p> |

(续表)

|        |                                                                                       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 分析反应产物 | ①考虑是否漏掉部分离子反应;<br>②考虑反应物的量不同对产物的影响;<br>③考虑物质的氧化性(或还原性)对产物的影响                          |
| 分析守恒规律 | ①考虑是否符合质量守恒(前后元素种类及对应原子个数);<br>②考虑是否符合电荷守恒(电性种类相同、电荷数目相等);<br>③考虑氧化还原型离子方程式是否符合得失电子守恒 |

## 2. 建立与量有关的离子方程式书写的思维模型



### 最新模拟·精准练

1. [2024·湖北武汉二中模拟] 下列对应的离子方程式正确的是 ( )
- A. 用  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液吸收少量  $\text{Cl}_2$ :  $3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$
- B. 用铜电极电解饱和食盐水:  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$
- C. 白色固体  $\text{AgCl}$  加入氨水中得到无色溶液:  $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

D. 向  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$  溶液中滴入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液使  $\text{SO}_4^{2-}$  反应完全:  $2\text{Ba}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{OH}^- + \text{Al}^{3+} \longrightarrow 2\text{BaSO}_4 \downarrow + [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

2. [2024·湖南娄底一模] 下列有关反应的方程式书写不正确的是 ( )

A. 实验室中可利用  $\text{SbCl}_3$  的水解反应制取  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ , 其反应的化学方程式为  $2\text{SbCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Sb}_2\text{O}_3 \downarrow + 6\text{HCl}$

B.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应的离子方程式为  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

C. 红热的铁可以与水蒸气发生反应:  $\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$

D. 某锂离子电池的总反应为  $\text{Li}_x\text{C}_y + \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 \longrightarrow \text{LiCoO}_2 + \text{C}_y$ , 则负极反应式为  $\text{Li}_x\text{C}_y - xe^- \longrightarrow x\text{Li}^+ + \text{C}_y$

3. [2024·河北沧州部分示范性高中三模] 电解质在水溶液中的反应属于离子反应。下列离子方程式正确的是 ( )

A. 浓盐酸与  $\text{MnO}_2$  反应制取少量氯气:  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{Cl}^-$

B.  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液中加入过量的  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  溶液:  $\text{NH}_4^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

C. 1 L  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液中通入  $0.28 \text{ mol}$   $\text{HCl}$  气体:  $5[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 14\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Al}^{3+} + 14\text{H}_2\text{O}$

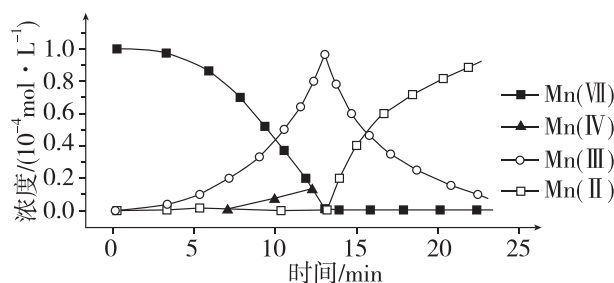
D.  $\text{Cl}_2$  通入  $\text{FeI}_2$  溶液中至  $\text{Fe}^{2+}$  恰好完全反应:  $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \longrightarrow 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$

## 基础小专题 5 氧化还原反应规律及应用

### 经典真题·明考向

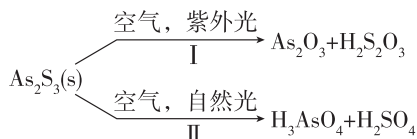
- 例 1 [2024·浙江6月选考] 利用  $\text{CH}_3\text{OH}$  可将废水中的  $\text{NO}_3^-$  转化为对环境无害的物质后排放。反应原理为  $\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{OH} + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{X} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (未配平)。下列说法正确的是 ( )
- A. X 表示  $\text{NO}_2$
- B. 可用  $\text{O}_3$  替换  $\text{CH}_3\text{OH}$
- C. 氧化剂与还原剂物质的量之比为 6 : 5
- D. 若生成标准状况下的  $\text{CO}_2$  气体 11.2 L, 则反应转移的电子数为  $2N_A$  ( $N_A$  表示阿伏伽德罗常数的值)

- 例 2 [2023·辽宁卷] 一定条件下, 酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液与  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  发生反应,  $\text{Mn}(\text{II})$  起催化作用, 过程中不同价态含 Mn 粒子的浓度随时间变化如图所示。下列说法正确的是 ( )



- A. Mn(III)不能氧化  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$   
 B. 随着反应物浓度的减小,反应速率逐渐减小  
 C. 该条件下,Mn(II)和 Mn(VII)不能大量共存  
 D. 总反应为  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

**例 3** [2023·湖南卷] 油画创作通常需要用多种无机颜料。研究发现,在不同的空气湿度和光照条件下,颜料雌黄( $\text{As}_2\text{S}_3$ )褪色的主要原因是发生了以下两种化学反应:

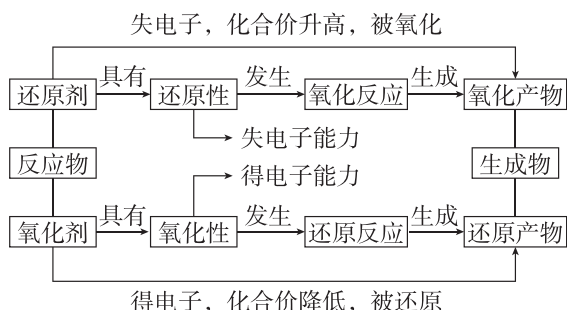


下列说法正确的是 ( )

- A.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  的空间结构都是正四面体形  
 B. 反应 I 和 II 中,元素 As 和 S 都被氧化  
 C. 反应 I 和 II 中,参加反应的  $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{O})}$ :  
 I < II  
 D. 反应 I 和 II 中,氧化 1 mol  $\text{As}_2\text{S}_3$  转移的电子数之比为 3 : 7

### 必备知识·超链接

#### 1. 氧化还原的相关概念及关系



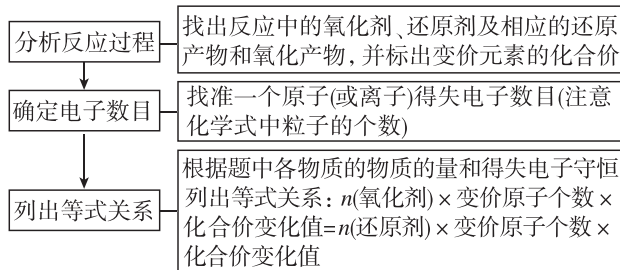
#### 2. 氧化还原反应中的重要规律

- (1) **守恒规律** 应用
- ①直接计算反应物与产物或与转移电子的数量关系。如用铜电极电解  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液,其阳、阴极产物及转移电子关系式为  $\text{Cu}^{2+} \sim 2\text{e}^- \sim \text{H}_2 \sim 2\text{OH}^-$
  - ②配平氧化还原反应方程式
  - 遵循原子守恒、得失电子守恒和电荷守恒规律
- (2) **强弱规律** 应用
- ①判断某氧化还原反应中物质氧化性、还原性的相对强弱
  - ②判断某氧化还原反应能否正常进行

- (3) **转化规律** 应用
- ①判断同种元素不同价态的物质间发生氧化还原反应的可能性
  - 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  $6\text{HCl}(\text{浓}) + \text{NaClO}_3 \rightleftharpoons \text{NaCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$  中,氧化剂为  $\text{NaClO}_3$ ,还原剂为  $\text{HCl}$ ,氧化产物和还原产物都为  $\text{Cl}_2$

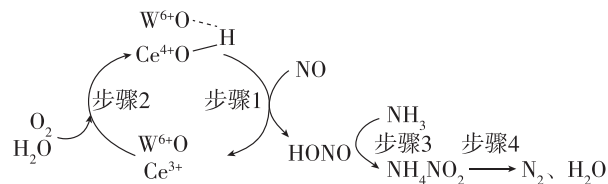
- (4) **先后规律** 应用
- 可判断物质发生氧化还原反应的先后顺序
- 氧化性(或还原性)强的物质优先发生反应

### 3. 氧化还原反应计算中重要的解题方法——得失电子守恒法

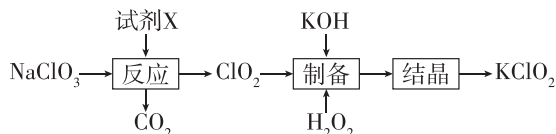


### 最新模拟·精准练

1. [2024·湖南怀化模拟] 2024 年春晚长沙分会场的焰火璀璨夺目,燃放烟花时发生反应:  
 $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ,同时在火药中会加入  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{CaCl}_2$  等物质。下列说法正确的是 ( )
- A. 该反应中,氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1 : 1  
 B. 每生成 1 mol  $\text{N}_2$ ,被 S 氧化的 C 的物质的量为 0.5 mol  
 C. 火药中的  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{CaCl}_2$  均不参与化学反应  
 D. 燃放烟花对环境没有污染
2. [2024·河北保定十校联考] Operando 光谱和 DFT 计算明确了在负载  $\text{WO}_3$  的  $\text{CeO}_2$  上  $\text{NH}_3$  ( $\text{NH}_3$ -SCR)选择性催化还原 NO 的还原/氧化半循环的过程如下。下列说法正确的是 ( )



- A. 步骤1中氧化剂与还原剂的物质的量之比为1:1
- B. 氧化性强弱顺序:  $\text{CeO}_2 > \text{O}_2 > \text{NO}$
- C. 每生成1 mol  $\text{N}_2$  理论上消耗5.6 L  $\text{O}_2$
- D. 上述过程的总反应的化学方程式:  $6\text{NO} + 4\text{NH}_3 \xrightarrow{\quad} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{KClO}_2$  是一种极强的氧化剂,在酸性或碱性介质下均能将  $\text{MnO}_2$  溶解,得到紫色溶液。其中一种制备流程如图,下列说法不正确的是 ( )



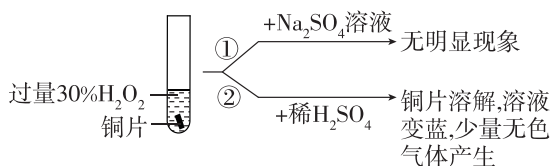
- A. 试剂 X 具有还原性
- B. 若试剂 X 是葡萄糖,则消耗 0.1 mol 葡萄糖,同时生成 2.4 mol  $\text{ClO}_2$
- C. “制备”过程中,  $\text{H}_2\text{O}_2$  是氧化剂,还原产物是  $\text{KClO}_2$
- D. 在碱性介质下,  $\text{ClO}_2^-$  的氧化性强于  $\text{MnO}_4^-$

## 能力小专题6 陌生氧化还原反应方程式书写与氧化还原滴定计算

### 角度一 陌生氧化还原反应方程式书写

#### 经典真题·明考向

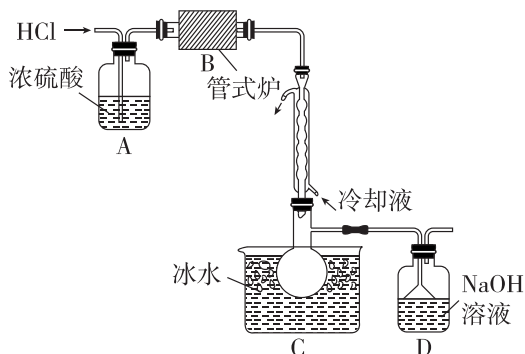
例1 (1)[2023·湖北卷节选] 铜与过量  $\text{H}_2\text{O}_2$  反应的探究如下:



实验②中  $\text{Cu}$  溶解的离子方程式为 \_\_\_\_\_;产生的气体为 \_\_\_\_\_。

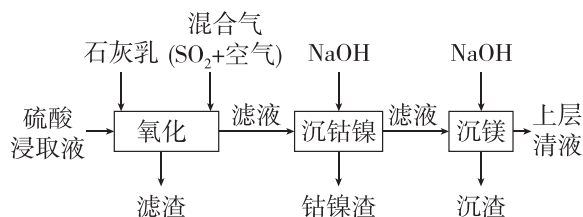
比较实验①和②,从氧化还原角度说明  $\text{H}^+$  的作用是 \_\_\_\_\_。

(2)[2023·山东卷节选] 三氯甲硅烷( $\text{SiHCl}_3$ )是制取高纯硅的重要原料,常温下为无色液体,沸点为  $31.8^\circ\text{C}$ ,熔点为  $-126.5^\circ\text{C}$ ,易水解。实验室根据反应  $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ ,利用如下装置制备  $\text{SiHCl}_3$  粗品(加热及夹持装置略)。



已知电负性  $\text{Cl} > \text{H} > \text{Si}$ ,  $\text{SiHCl}_3$  在浓  $\text{NaOH}$  溶液中发生反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

例2 (1)[2023·辽宁卷节选] 某工厂采用如下工艺处理镍钴矿硫酸浸取液(含  $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Mn}^{2+}$ ),实现镍、钴、镁元素的回收。

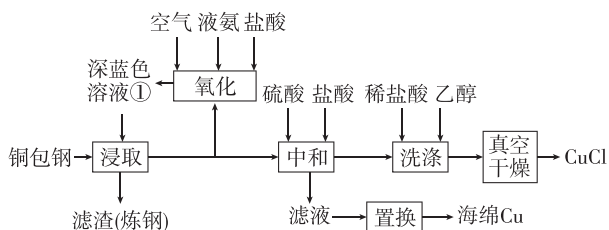


①“氧化”中,用石灰乳调节  $\text{pH}=4$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  被  $\text{H}_2\text{SO}_5$  氧化为  $\text{MnO}_2$ ,该反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

( $\text{H}_2\text{SO}_5$  的电离第一步完全,第二步微弱)。

②“沉钴镍”中得到的  $\text{Co(II)}$  在空气中可被氧化成  $\text{CoO(OH)}$ ,该反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(2)[2023·河北卷节选] 闭环循环有利于提高资源利用率和实现绿色化学的目标。利用氨法浸取可实现废弃物铜包钢的有效分离,同时得到的  $\text{CuCl}$  可用于催化、医药、冶金等重要领域。工艺流程如下:



回答下列问题:

①浸取工序的产物为  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ,该工序发生反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

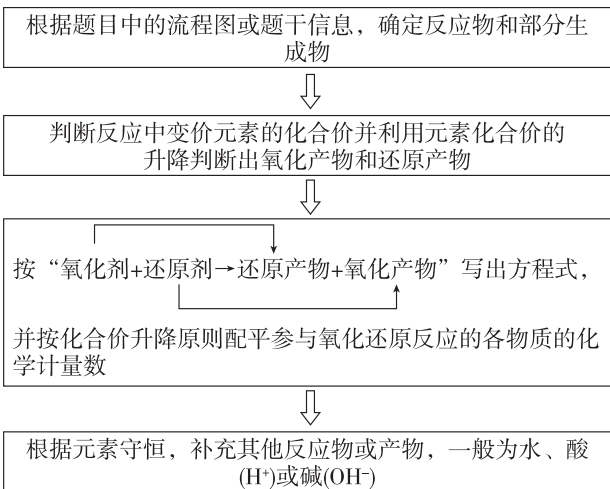
浸取后滤液的一半经氧化工序可得深蓝色溶液①,氧化工序发生反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

②补全中和工序中主反应的离子方程式

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- \xrightarrow{\quad} \text{_____} + \text{_____}$ 。

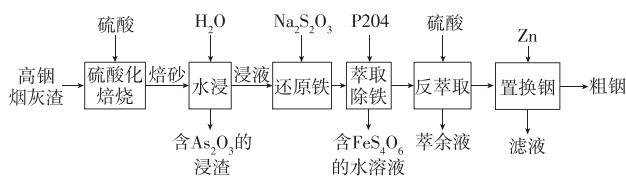
## 掌握方法·提能力

### 陌生氧化还原反应方程式的书写方法



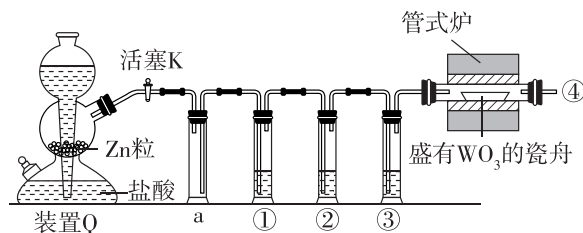
## 最新模拟·精准练

1. [2024·湖北襄阳五中模拟] 铟是一种稀有贵金属，广泛应用于航空航天、太阳能电池等高科技领域。从高铟烟灰渣(主要含 PbO、SiO<sub>2</sub>、FeAsO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)中提取铟的工艺流程如下：



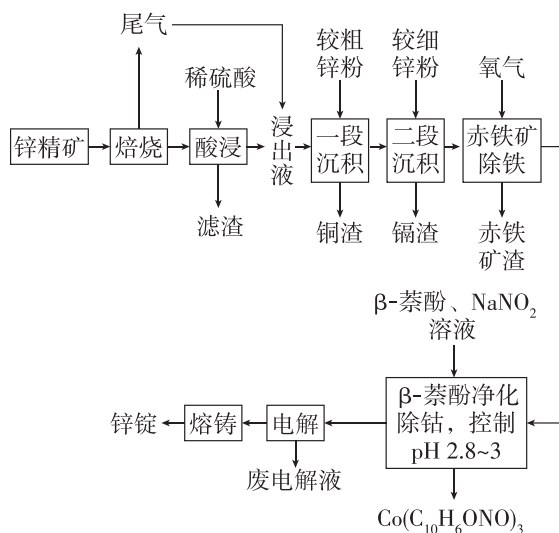
已知：FeS<sub>4</sub>O<sub>6</sub> 为强电解质；P204 为磷酸二异辛酯； $K_{sp}[\text{In}(\text{OH})_3] = 1.4 \times 10^{-33}$ 。回答下列问题：

- “水浸”时，浸渣除了 As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 外，还含有\_\_\_\_\_。
  - “还原铁”时反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。
  - “萃取除铁”时，用 30% 的 P204 作萃取剂时，发现当溶液 pH>1.5 后，铟萃取率随 pH 的升高而下降，原因是\_\_\_\_\_。
  - “置换铟”时，发现溶液中残留溶解的 As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 也与 Zn 反应，会有少量的气体 AsH<sub>3</sub> 生成，该过程的离子方程式为\_\_\_\_\_。
2. [2024·河北邢台二模节选] 实验室用粗锌(含 ZnS、ZnC<sub>2</sub> 杂质)制备纯净干燥的 H<sub>2</sub>，用以还原 WO<sub>3</sub> 得到金属 W 的装置如图所示。



- (1) ZnC<sub>2</sub> 与水反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (2) 洗气瓶①②③中盛装的试剂分别为足量酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液、\_\_\_\_\_、浓硫酸。为了确保实验科学性，洗气瓶①中的实验现象：有沉淀产生、\_\_\_\_\_；写出酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液与酸性气体发生反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

3. [2024·湖南部分名校联考] 湿法炼锌具有能耗低，生成产品纯度高等特点，其主要原料为锌精矿(主要成分为硫化锌，还含有铁、钴、铜、镉、铅等元素的杂质)，获得较纯锌锭的工艺流程如图：



已知：焙烧后的氧化物主要有 ZnO、PbO、CuO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CdO。

- 写出“赤铁矿除铁”过程中反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。
- “β-萘酚净化除钴”先是 NaNO<sub>2</sub> 把 Co<sup>2+</sup> 氧化成 Co<sup>3+</sup>，并生成 NO，Co<sup>3+</sup> 与有机物发生化学反应生成红褐色稳定螯合物沉淀。写出 Co<sup>2+</sup> 被氧化的离子方程式：\_\_\_\_\_。

## 角度二 氧化还原滴定计算

### 经典真题·明考向

- 例 1 [2023·湖北卷节选] 取含 CuO<sub>2</sub> 粗品 0.050 0 g(杂质不参加反应)与过量的酸性 KI 完全反应后，调节溶液至弱酸性。以淀粉为指

示剂,用  $0.100\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定,滴定终点时消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液  $15.00\ \text{mL}$ (已知: $2\text{Cu}^{2+}+4\text{I}^{-}\rightleftharpoons 2\text{CuI}\downarrow+\text{I}_2$ , $\text{I}_2+2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}\rightleftharpoons 2\text{I}^{-}+\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ )。标志滴定终点的现象是\_\_\_\_\_

粗品中  $\text{CuO}_2$  的相对含量为\_\_\_\_\_。

**例 2** [2023·浙江 6 月选考节选] 某研究小组用铝土矿为原料制备絮凝剂聚合氯化铝  $[\text{Al}_2(\text{OH})_a\text{Cl}_b]_m$ ,  $a=1\sim 5$ 。

已知: $[\text{Al}_2(\text{OH})_a\text{Cl}_b]_m$  的絮凝效果可用盐基度衡量,盐基度  $=\frac{a}{a+b}$ 。当盐基度为  $0.60\sim 0.85$  时,絮凝效果较好。

测定产品的盐基度。

$\text{Cl}^{-}$  的定量测定:称取一定量样品,配成溶液,移取  $25.00\ \text{mL}$  溶液于锥形瓶中,调  $\text{pH}=6.5\sim 10.5$ ,滴加指示剂  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  溶液。在不断摇动下,用  $0.100\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{AgNO}_3$  标准溶液滴定至浅红色(有  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沉淀),30 秒内不褪色。平行测试 3 次,平均消耗  $\text{AgNO}_3$  标准溶液  $22.50\ \text{mL}$ 。另测得上述样品溶液中  $c(\text{Al}^{3+})=0.100\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

(1)产品的盐基度为\_\_\_\_\_。

(2)测定  $\text{Cl}^{-}$  过程中溶液  $\text{pH}$  过低或过高均会影响测定结果,原因是\_\_\_\_\_

### 掌握方法·提能力

#### 1. 滴定计算中的关系式法

(1)“关系式法”表示两种或多种物质之间“物质的量”关系的一种简化式子。在多步反应中,可以将最初反应物与最终生成物之间的“物质的量”关系表示出来,把多步计算简化成一步计算。

(2)确定“关系式”的依据

- ①依据多个反应方程式,根据某物质(或元素)确定关系式;
- ②根据守恒关系(如原子守恒、得失电子守恒等)确定关系式。

#### 2. 滴定计算中的守恒法

(1)所谓“守恒”就是物质在发生“变化”或

两物质在发生“相互作用”的过程中某些物理量的总量保持“不变”,利用不变量建立关系式,简化分析过程、快速求解。

(2)得失电子守恒:滴定法测定物质含量时,多步连续氧化还原反应可以通过得失电子守恒建立关系式,并进行相关计算。

### 最新模拟·精准练

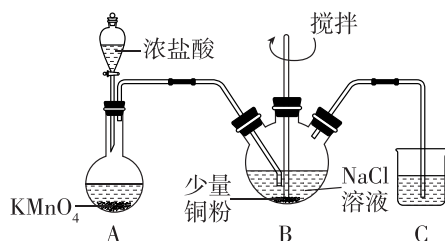
1. [2024·湖北武汉硚口区质检] 测量电解产物的含量。

称取  $10\ \text{g}\ \text{Cu}_2\text{O}$  样品于烧杯中(该样品中的杂质不与后续试剂反应),加入足量酸性  $\text{FeCl}_3$  溶液,使  $\text{Cu}_2\text{O}$  全部转化为  $\text{Cu}^{2+}$ ,加入过量  $V_1\ \text{mL}\ c_1\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液,然后用  $c_2\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液滴定至终点,消耗  $V_2\ \text{mL}$ (已知  $\text{Ce}^{4+}+\text{Fe}^{2+}\rightleftharpoons \text{Ce}^{3+}+\text{Fe}^{3+}$ ),则测得电解产物中  $\text{Cu}_2\text{O}$  的含量为\_\_\_\_\_%。

2. [2024·湖南岳阳二模]  $\text{CuCl}$  在工业生产中有重要应用。利用以下装置制备  $\text{CuCl}$  并测定产品纯度。

已知: I.  $\text{CuCl}$  是白色固体,不溶于水和乙醇,在潮湿空气中可被迅速氧化。

II. 浓的  $\text{Na}_2[\text{CuCl}_3]$  溶液为无色,加水稀释即析出  $\text{CuCl}$  白色固体。



(1)洗涤  $\text{CuCl}$ :洗涤时最好用  $95\%$  的乙醇洗涤滤饼,其目的是\_\_\_\_\_。

(2) $\text{CuCl}$  纯度测定:称取所制备的氯化亚铜成品  $3.00\ \text{g}$ ,将其置于过量的  $\text{FeCl}_3$  溶液中,待样品完全溶解后,加入适量稀硫酸,配成  $250\ \text{mL}$  溶液。移取  $25.00\ \text{mL}$  溶液于锥形瓶中,用  $0.020\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液滴定至终点,再重复滴定 2 次,三次平均消耗  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液  $25.00\ \text{mL}$ (滴定过程中  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  转化为  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^{-}$  不反应)。

①产品中加入  $\text{FeCl}_3$  溶液时,发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②产品中  $\text{CuCl}$  的质量分数为\_\_\_\_\_。