



新高考

省命题

作业手册

# 全品 选考专题

精准透

化学  
XQG

主编：肖德好

沈阳出版发行集团  
① 沈阳出版社

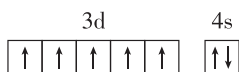
# CONTENTS

限时集训(一)	基础小专题 1 规范使用化学用语 .....	115
限时集训(二)	基础小专题 2 STSE 与传统文化中的化学价值 .....	116
限时集训(三)	基础小专题 3 $N_A$ 的综合应用 .....	118
限时集训(四)	基础小专题 4 反应方程式的正误判断 .....	119
限时集训(五)	基础小专题 5 氧化还原反应规律及应用 .....	120
限时集训(六)	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 .....	121
限时集训(七)	基础小专题 7 无机物的性质及用途 .....	123
限时集训(八)	基础小专题 8 基于“价—类”二维的转化关系 .....	124
限时集训(九)	能力小专题 9 与工艺“微流程”相关的分析 .....	125
限时集训(十)	能力小专题 10 与实验“微设计”相关的分析 .....	127
难点专练(一)	难点 1 基于流程分析的物质确定与转化原理 .....	128
难点专练(一)	难点 2 工艺流程中的条件控制及原因分析 .....	130
难点专练(一)	难点 3 工艺流程中产品的分离提纯和检验 .....	132
限时集训(十一)	基础小专题 11 核外电子排布 电离能与电负性 .....	134
限时集训(十二)	基础小专题 12 化学键 配位键和配合物 .....	136
限时集训(十三)	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 .....	137
限时集训(十四)	基础小专题 14 简单晶体结构分析及性质 .....	139
限时集训(十五)	能力小专题 15 晶胞计算 .....	140
限时集训(十六)	能力小专题 16 文字叙述型“位—构—性”推断 .....	142
限时集训(十七)	能力小专题 17 结合结构式进行“位—构—性”推断 .....	143
限时集训(十八)	能力小专题 18 物质结构对性质的影响、原因分析及表述 .....	144
限时集训(十九)	能力小专题 19 新型化学电源 .....	146
限时集训(二十)	能力小专题 20 电解原理的应用 .....	148
限时集训(二十一)	能力小专题 21 化学反应速率与化学平衡分析 .....	150
限时集训(二十二)	能力小专题 22 化学反应机理分析 .....	152

限时集训(二十三)	能力小专题 23 水溶液中“三大平衡”分析 .....	154
限时集训(二十四)	能力小专题 24 滴定类图像分析 .....	155
限时集训(二十五)	能力小专题 25 微粒分布系数曲线 .....	156
限时集训(二十六)	能力小专题 26 对数图像分析 .....	157
限时集训(二十七)	能力小专题 27 沉淀溶解平衡曲线分析 .....	158
限时集训(二十八)	能力小专题 28 $K_{sp}$ 的计算与应用 .....	159
难点专练(二)	难点 1 热化学方程式书写与盖斯定律的应用 .....	160
难点专练(二)	难点 2 化学平衡图像分析、条件控制及原因解释 .....	161
难点专练(二)	难点 3 各类平衡常数及相关计算 .....	163
限时集训(二十九)	基础小专题 29 有机物中原子共线共面与同分异构体判断 .....	165
限时集训(三十)	能力小专题 30 多官能团有机物的结构与性质 .....	166
难点专练(三)	难点 1 有机综合推断与有机反应方程式书写 .....	168
难点专练(三)	难点 2 应用有序思维突破限定条件下同分异构体书写 .....	170
难点专练(三)	难点 3 有机合成路线设计 .....	172
限时集训(三十一)	基础小专题 31 实验基本操作 .....	174
限时集训(三十二)	基础小专题 32 实验仪器和装置的合理选用 .....	175
限时集训(三十三)	能力小专题 33 实验方案设计与评价 .....	177
难点专练(四)	难点 1 实验装置的作用、选择与连接 .....	179
难点专练(四)	难点 2 实验现象描述、实验条件控制及原因表述 .....	181
难点专练(四)	难点 3 实验数据的分析与处理 .....	183

1. [2024·湖南师大附中二模] 下列化学用语不正确的是 ( )

A. 基态  $Mn^{2+}$  的价层电子轨道表示式:

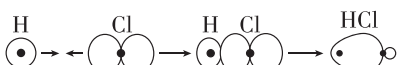


B. 中子数为 143 的 U (U 为 92 号元素) 原子:  ${}_{92}^{235}U$

C. 基态 Ca 原子核外电子占据的最高能级原子

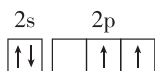


D. HCl 分子中  $\sigma$  键的形成:



2. [2024·辽宁沈阳一模] 下列化学用语或表述中错误的是 ( )

A. 基态碳原子的价层电子轨道表示式:



B. 氢元素的三种不同核素: H、D、T

C.  $SOCl_2$  的 VSEPR 模型为平面三角形

D. 基态钠原子的  $2p_y$  电子云图:

3. [2024·江西赣州二模] 下列符号表征或说法正确的是 ( )

A. HClO 的电子式:  $H^+ [ : \ddot{Cl} : \ddot{O} : ]^-$

B.  $ClO_3^-$  的 VSEPR 模型:

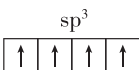
C.  $Fe^{2+}$  的离子结构示意图:  $(+24) 2 8 14$

D. 基态 S 原子的价层电子排布图:  $\begin{array}{c} 3s \qquad 3p \\ \uparrow \downarrow \quad \uparrow \downarrow \downarrow \end{array}$

4. [2024·辽宁丹东二模] 下列化学用语或图示表述正确的是 ( )

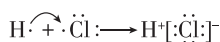
A.  $SO_3$  的 VSEPR 模型:

B.  $NH_3$  中 N 原子的杂化轨道表示式:



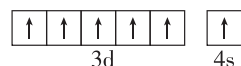
C. 3-氨基-1,5-戊二酸的键线式:

D. 用电子式表示 HCl 的形成过程:

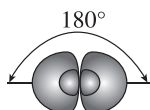


5. 铁氰化钾  $\{K_3[Fe(CN)_6]\}$  遇  $Fe^{2+}$  会生成带有特征蓝色的  $KFe[Fe(CN)_6]$  沉淀, 该反应可用于检验亚铁离子。下列有关化学用语表示正确的是 ( )

A. 基态  $Fe^{2+}$  的价层电子排布图:

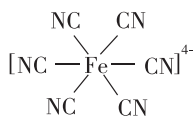


B.  $CN^-$  中 C 原子杂化轨道的电子云轮廓图:



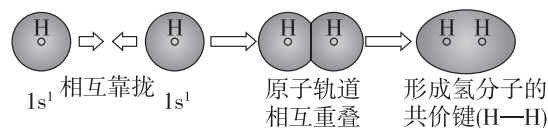
C.  ${}^{15}N$  的原子结构示意图:  $(+15) 2 8 5$

D.  $KFe[Fe(CN)_6]$  中阴离子的结构式:



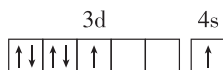
6. [2024·辽宁葫芦岛一模] 下列化学用语或图示表达正确的是 ( )

A. 用电子云轮廓图表示 H—H 的 s-s  $\sigma$  键形成:

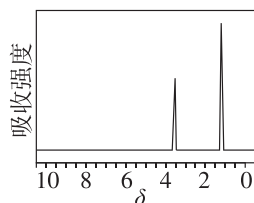


B.  $CO_2$  的电子式:  $:\ddot{O}::C::\ddot{O}:$

C. 基态 Cr 原子的价层电子轨道表示式:



D. 乙醇的核磁共振氢谱:



7. [2024·辽宁辽阳二模] 亚氨基七硫 ( $S_7NH$ ) 的制备原理:  $5S + S_2Cl_2 + 3NH_3 \rightleftharpoons S_7NH + 2NH_4Cl$ 。下列化学用语表述正确的是 ( )




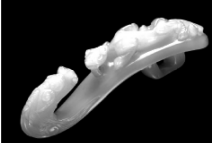
A. 基态 S 原子的价层电子排布:  $[Ne]3s^2 3p^4$

B.  $NH_3$  的 VSEPR 模型:

C.  $NH_4Cl$  的电子式:  $[H : \overset{\cdot\cdot}{N} : H]^+ [ : \overset{\cdot\cdot}{Cl} : ]^-$

D.  $S_2Cl_2$  的结构式:  $Cl-S=Cl$

1. [2024·重庆巴蜀中学模拟] 文物是人类宝贵的历史文化遗产。下列文物主要成分为有机化合物的是 ( )

文物		
选项	A. 炮台大炮	B. 青花瓷瓷器
文物		
选项	C. 制作《捣练图》的绢本画布	D. 马首玉带钩

2. [2024·湖南邵阳二模] 化学与科技、生产、生活密切相关,下列说法正确的是 ( )
- A. 聚氯乙烯耐酸碱腐蚀,可用作化工反应器的内壁涂层
- B. 福尔马林和含氯消毒液杀灭流行性病毒的原理相同
- C. “嫦娥五号”配置的砷化镓太阳能电池将热能直接转化为电能
- D. 重油在高温、高压和催化剂作用下通过水解反应转化为小分子烃
3. [2024·湖南长沙模拟] 化学与生活、生产及科技密切相关。下列说法错误的是 ( )
- A. 2023年杭州亚运会使用聚乳酸塑料代替聚乙烯塑料,可有效减少白色污染
- B. 湖南岳州窑青瓷以黏土为主要原料,在烧制过程中发生了复杂的化学变化
- C. 长沙马王堆出土的“素纱禅衣”由蚕丝织成,其主要成分是蛋白质
- D. 纳米铝粉主要通过物理吸附作用除去污水中的  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^{+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$
4. [2024·江西新余二模] 走进美丽新余,体会文化魅力。下列有关说法不正确的是 ( )
- A. 夏布绣所用“金银线”中含有的醋酸纤维素,属于有机高分子材料
- B. 仙女湖风景区船舶的外壳安装锌块,利用了牺牲阳极法的防腐原理
- C. 分宜古村建筑采用青砖黛瓦风格,青砖中青色来自氧化铁

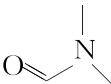
- D. 加热牛奶和蛋清混合物制作双皮奶,该过程涉及蛋白质的变性
5. [2024·河北邢台二模] 科学、安全、有效、合理地使用化学品是每一位生产者和消费者的要求和责任,下列有关说法错误的是 ( )
- A. 聚四氟乙烯可作化工反应器的内壁涂层,该材料属于合成高分子材料
- B. 铁强化酱油中的添加剂乙二胺四乙酸铁钠属于增味剂
- C. 非处方药有“OTC”标识,消费者无需凭医生处方,即可购买和使用
- D. 硝酸铵是一种高效氮肥,但受热或经撞击易发生爆炸,故必须作改性处理后才能施用
6. [2024·江西吉安一中三模] 下列说法正确的是 ( )
- A. 混凝法、中和法和沉淀法是常用的工业污水处理方法
- B. 酿酒过程中葡萄糖在酒化酶的作用下发生水解反应生成乙醇
- C. “乙醇汽油”是在汽油里加入适量乙醇制成的一种燃料,它是一种新型化合物
- D. 汽油、柴油和植物油都是碳氢化合物,完全燃烧只生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$
7. [2024·湖南长沙长郡中学模拟] 《墨子·天志》中记载:“书于竹帛,镂之金石。”下列说法正确的是 ( )
- A. 竹简的主要化学成分为纤维素
- B. 丝帛充分燃烧只生成二氧化碳和水
- C. “金”的冶炼过程只涉及物理变化
- D. “石”中的古代陶瓷属于传统的有机非金属材料
8. [2024·湖南永州三模] 开发新材料、新能源,促进形成新质生产力,与化学知识密切相关。下列说法正确的是 ( )
- A. 利用  $\text{CO}_2$  合成脂肪酸,脂肪酸属于有机高分子
- B. 航天员手臂“延长器”中的碳纤维属于无机非金属材料
- C. 铜铟硫( $\text{CuInS}_2$ )量子点是纳米级的半导体材料,属于胶体
- D. 长征系列运载火箭使用的燃料有液氢和煤油等化学品,属于新能源

9. [2024·湖南名校联盟联考] 下列有关传统文化的分析错误的是 ( )
- A. 《本草纲目》中记载：“慈石( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )治肾家诸病，而通耳明目。”其中“慈石”属于金属氧化物
- B. 东晋葛洪：“以曾青涂铁，铁赤色如铜。”文中发生了置换反应
- C. 《本草经集注》中记载：“强烧之，紫青烟起……云是真硝石( $\text{KNO}_3$ )也。”“硝石”属于盐类
- D. 我国清代《本草纲目拾遗》中叙述了“铁线粉”：“粤中洋行有舶上铁丝……日久起锈，用刀刮其锈……所刮下之锈末，名铁线粉。”“铁线粉”的成分是纯铁粉
10. [2024·江西萍乡二模] “增强文化自信，讲好江西故事”，江西历史人文底蕴深厚，下列叙述不正确的是 ( )
- A. 江西景德镇出产的青花瓷是由黏土经过物理变化制得的，属于无机非金属材料
- B. 华林造纸作坊遗址是我国发现的最早造纸作坊遗迹，纸的主要成分为纤维素
- C. 青铜雁鱼灯为南昌西汉海昏侯墓出土的文物，其主要成分为金属材料
- D. 萍乡上栗县是烟花爆竹之乡，烟花绽放时的五彩缤纷利用了金属原子的发射光谱
11. [2024·山东淄博部分学校二模] 下列污垢处理试剂正确且符合安全环保理念的是 ( )

	污垢	试剂
A	银镜反应的银垢	2%的稀氨水
B	石化设备内的硫垢	$6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{HNO}_3$ 溶液
C	制 $\text{O}_2$ 的 $\text{MnO}_2$ 垢	浓盐酸
D	锅炉内的石膏垢	饱和 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液、5%的柠檬酸溶液

12. 科技改变生活。下列说法正确的是 ( )
- A. 用于医疗领域的 Ti-Ni 形状记忆合金属于金属化合物
- B. 新型人工智能芯片“天机芯”的主要成分和光导纤维相同
- C. 问天实验舱的太阳翼是一种将太阳能转化为电能的原电池装置
- D. 降噪减震材料丁基橡胶属于有机高分子材料

13. [2024·重庆西南大学附中模拟] 化学与材料、人类生活密切相关，下列说法错误的是 ( )
- A. 食品中添加适量的二氧化硫，可以起到漂白、防腐和抗氧化等作用
- B. 在北京冬奥会中，短道速滑服使用的超高分子聚乙烯属于有机高分子材料
- C. 在日常生活中，造成钢铁腐蚀的主要原因是化学腐蚀
- D. 生产宇航服所用的碳化硅陶瓷和碳纤维材料都是新型无机非金属材料
14. 我国自主研发的“海水无淡化原位直接电解制氢”开辟了全球海水制氢的全新路径，该技术集“海上风电等能源利用-海水资源利用-氢能生产”为一体，下列有关说法不正确的是 ( )
- A. 实验室可用蒸馏法将海水淡化
- B. 绿色零碳氢能是未来能源发展的重要方向
- C. 该技术所用到的“多孔聚四氟乙烯膜”属于无机非金属材料
- D. 该技术解决了有害腐蚀性这一长期困扰海水制氢领域的问题
15. [2024·辽宁沈阳三模] 我国科学家在诸多领域取得新突破，下列说法中错误的是 ( )
- A. 国产大型客机 C919 采用的碳纤维与金刚石互为同素异形体
- B. 杭州亚运会主火炬的燃料为零增碳甲醇，甲醇具有还原性
- C. “天问一号”实验舱使用的铝合金属于金属材料
- D. 人工智能首次成功从零生成原始蛋白质，蛋白质均含 N 元素
16. [2024·湖南长沙长郡中学四模] 化学与科技生产、社会可持续发展等密切相关。下列说法正确的是 ( )
- A. “可燃冰”是一种有待大量开发的新能源，开采时发生大量泄漏不会对环境产生影响
- B. 微纳米光刻机的材料之一四甲基氢氧化铵  $[(\text{CH}_3)_4\text{NOH}]$  难溶于水
- C. 用二氧化碳跨临界直接制冷来代替氟利昂等制冷剂的使用，在精准控制冰温的同时还体现了“绿色化学”的理念
- D. 第 31 届世界大学生夏季运动会在中国成都举行，火炬“蓉火”采用丙烷作燃料，实现了零碳排放，说明丙烷不含碳元素

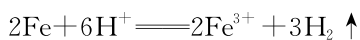
1. [2024·湖南邵阳一模] 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。下列叙述正确的是 ( )
- A. 标准状况下, 11.2 L  $Cl_2$  溶于水, 溶液中  $Cl^-$ 、 $ClO^-$  和  $HClO$  的微粒数之和小于  $N_A$
- B. 质量为 3.0 g 的一  $CH_3$  (甲基) 电子数为  $2N_A$
- C. 2.3 g  $Na$  与  $O_2$  完全反应, 反应中转移的电子数介于  $0.1N_A$  和  $0.2N_A$  之间
- D. 1 mol 苯乙烯分子中含有碳碳双键数为  $4N_A$
2. [2024·湖南长沙一中模拟] 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, 22.4 L 己烷中非极性键数目为  $5N_A$
- B. 0.1 mol  中含有的  $\sigma$  键数目为  $1.1N_A$
- C. 3.9 g  $Na_2O_2$  与足量的  $CO_2$  反应, 转移电子的数目为  $0.1N_A$
- D.  $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} NH_4HCO_3$  溶液中含有  $NH_4^+$  数目小于  $0.1N_A$
3. [2024·江西南昌二模] 已知  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值, 下列说法正确的是 ( )
- A. 1 mol  $N_2$  和 3 mol  $H_2$  反应形成的  $\sigma$  键数目为  $6N_A$
- B. 44 g  $CH_3CHO$  中  $sp^3$  杂化的碳原子数为  $N_A$
- C. 1 mol  $[Cu(NH_3)_4]SO_4$  固体中含有氨气分子数目为  $4N_A$
- D. 1 mol  $Cl_2$  与足量  $H_2O$  充分反应, 转移的电子数目为  $N_A$
4. [2024·重庆巴蜀中学模拟] 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是 ( )
- A.  $18n \text{ g } (H_2O)_n$  中含有的分子数为  $nN_A$
- B. 1 mol  $Na_2CO_3$  的结晶水合物中含有的  $H-O$  数目一定为  $20N_A$
- C. 标准状况下, 11.2 L 由  $HCl$  和  $H_2S$  组成的混合气体中含有的质子数是  $9N_A$
- D. 1 mol  $H_2$  与 1 mol  $I_2$  充分反应转移的电子数为  $2N_A$
5. [2024·重庆南开中学质检] 用  $NaClO_3$  制取  $ClO_2$  的反应为  $2NaClO_3 + 4HCl(\text{浓}) = Cl_2 \uparrow + 2ClO_2 \uparrow + 2NaCl + 2H_2O$ , 已知  $N_A$  表示阿伏伽德罗常数的值, 下列说法正确的是 ( )
- A. 每生成 3.36 L  $Cl_2$ , 得到 17.55 g  $NaCl$
- B. 10.65 g  $NaClO_3$  固体中含有  $0.4N_A$  个  $\sigma$  键
- C. 每生成 0.1 mol  $ClO_2$ , 转移  $0.1N_A$  个电子
- D.  $pH=3$  的  $HCl$  溶液中,  $H^+$  数目为  $0.001N_A$
6. [2024·湖南衡阳八中模拟] 已知反应:
- $$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$$
- 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值, 下列有关说法正确的是 ( )
- A. 标准状况下, 2.24 L 乙酸含有的  $\sigma$  键数目为  $0.8N_A$
- B. 向足量乙醇中加入 2.3 g 金属钠, 转移电子数为  $0.1N_A$
- C. 1 mol 乙醇与等量乙酸充分发生上述反应, 生成乙酸乙酯分子的数目为  $N_A$
- D. 0.1 mol 醋酸钠溶于稀醋酸中使溶液呈中性, 混合溶液中  $CH_3COO^-$  数目小于  $0.1N_A$
7. 84 消毒液不能和医用酒精混用的原因是  $4NaClO + CH_3CH_2OH = CHCl_3 + HCOONa + 2NaOH + NaCl + H_2O$ 。设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是 ( )
- A. 1 L  $0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1} NaClO$  溶液中  $ClO^-$  数目为  $0.2N_A$
- B. 23 g  $CH_3CH_2OH$  中含有  $\sigma$  键的数目为  $4N_A$
- C. 标准状况下, 2.24 L  $CHCl_3$  中原子数为  $0.5N_A$
- D. 室温下,  $pH$  为 13 的  $NaOH$  溶液中  $OH^-$  数目为  $0.1N_A$
8. [2024·江西上饶一中模拟] 配位化合物广泛应用于物质分离、定量测定、医药、催化等方面。利用氧化法可制备某些配位化合物, 如  $2CoCl_2 + 2NH_4Cl + 8NH_3 + H_2O_2 = 2[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2 + 2H_2O$ 。设  $N_A$  是阿伏伽德罗常数的值, 下列叙述正确的是 ( )
- A. 1 mol  $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$  中含有  $\sigma$  键的数目为  $21N_A$
- B.  $NH_3$  和  $H_2O$  的 VSEPR 模型完全相同
- C. 0.1 mol  $N_2$  与足量  $H_2$  在催化剂作用下合成氨, 生成的  $NH_3$  分子数为  $0.2N_A$
- D. 100 g 质量分数为 17% 的  $H_2O_2$  溶液中, 氧原子总数为  $N_A$

1. [2024·重庆西南大学附中模拟] 下列离子方程式中,正确的是 ( )

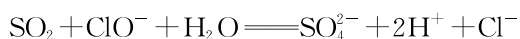
A. 将少量  $\text{Na}_2\text{O}_2$  放入  $\text{D}_2\text{O}$  中:



B. Fe 放入过量稀盐酸中:



C. 将少量  $\text{SO}_2$  通入  $\text{NaClO}$  溶液中:



D. 将过量氨水加入  $\text{AlCl}_3$  溶液中:



2. [2024·湖南岳阳二模] 能正确表达下列反应的离子方程式为 ( )

A. 硼酸与  $\text{NaOH}$  溶液反应:  $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{B}(\text{OH})_4]^-$

B. 将少量  $\text{NaOH}$  溶液滴入  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液中:  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

C.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液与稀硫酸的反应:  $3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{S} \downarrow + 2\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

D. 少量  $\text{CO}_2$  通入苯酚钠溶液中:  $2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$

3. [2024·湖南永州三模] 能正确表示下列变化的离子方程式是 ( )

A. 甲醇碱性燃料电池负极反应式:  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}^+$

B. 铁粉与过量稀硝酸反应:  $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 亚硫酸氢钠在水中的水解:  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$

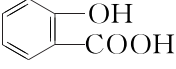
D. 硫酸铜溶液中通入硫化氢:  $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$

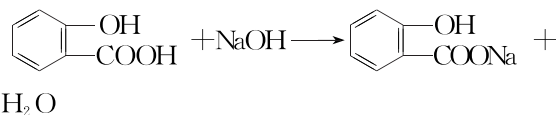
4. [2024·河北保定九校二模] 下列指定反应的方程式书写错误的是 ( )

A. 向  $\text{NaHSO}_3$  溶液中滴入过量  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  溶液:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$

B.  $\text{PbO}_2$  与酸性  $\text{MnSO}_4$  溶液反应:  $5\text{PbO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+ + 5\text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons 5\text{PbSO}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 在新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液中加入甲酸甲酯共热, 产生砖红色沉淀:  $\text{HCOOCH}_3 + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_3^{2-} + \text{CH}_3\text{OH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$

D.  与少量氢氧化钠溶液反应:



5. [2024·湖北七市州联考二模] 下列方程式书写错误的是 ( )

A. 用离子方程式表示铜在氨水中被腐蚀:  $2\text{Cu} + \text{O}_2 + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O}$

B. 用  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  溶液吸收废气中的  $\text{SO}_2$  制石膏乳:  $\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

C. 牙膏中添加氟化物能预防龋齿的原因:  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) + \text{F}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

D. 用化学方程式表示钢铁表面进行“烤蓝”处理:  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

6. [2024·重庆巴蜀中学模拟] 下列过程的化学反应, 相应的离子方程式书写错误的是 ( )

A. 用  $\text{KI}$  检验食盐中是否加碘:  $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 6\text{OH}^-$

B. 利用废旧铅酸蓄电池氧化  $\text{Fe}^{2+}$ :  $2\text{Fe}^{2+} + \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 利用铜氨液(含  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ )吸收  $\text{CO}$  生成  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$ :  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{CO} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$

D. 碱性条件下,  $\text{Zn}$  空气电池放电:  $2\text{Zn} + \text{O}_2 + 4\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$

7. [2024·湖南长沙周南中学模拟] 宏观辨识与微观探析是化学学科核心素养之一。下列物质性质实验对应的反应方程式书写错误的是 ( )

A. 用过量饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收废气中的  $\text{SO}_2$ :  $2\text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2\text{HCO}_3^-$

B. 用惰性电极电解氯化镁溶液:  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$

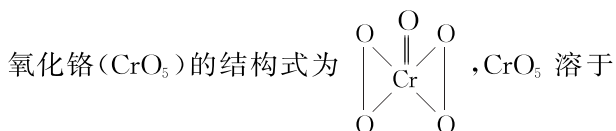
C. 将少量溴水滴入过量  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中:  $\text{Br}_2 + 3\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Br}^- + 2\text{HSO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$

D. 实验室制备少量  $\text{Cl}_2$ :  $\text{MnO}_2 + 2\text{Cl}^- + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$



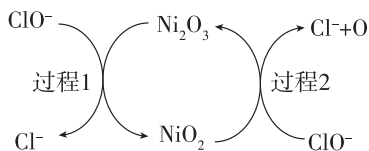
1. [2024·重庆七校联盟联考]  $\text{FeSO}_4$  可用于制备一种新型、高效、多功能绿色水处理剂高铁酸钠,反应如下:  $2\text{FeSO}_4 + 6\text{Na}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 2\text{Na}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \uparrow$ , 下列说法正确的是 ( )
- A. 氧化产物只有  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$   
 B. 生成 1 mol  $\text{O}_2$ , 转移 8 mol 电子  
 C. 氧化剂和还原剂的物质的量之比为 1 : 3  
 D. 当 6 mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$  参加反应时, 被  $\text{FeSO}_4$  还原的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  有 4 mol

2. [2024·浙江丽水湖州衢州三地市质检] 已知过



稀硫酸的化学方程式为  $4\text{CrO}_5 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{O}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ , 下列有关该反应的说法不正确的是 ( )

- A. Cr 在元素周期表中的位置为第四周期第 VI B 族  
 B.  $\text{CrO}_5$  既作氧化剂, 又作还原剂  
 C. 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 7 : 8  
 D. 若有 1 mol  $\text{CrO}_5$  发生该反应, 则反应中共转移  $3.5N_A$  个电子(设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值)
3. 工业上常用碱性  $\text{NaClO}$  废液吸收  $\text{SO}_2$ , 反应原理为  $\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ , 部分催化过程如图所示。下列说法正确的是 ( )



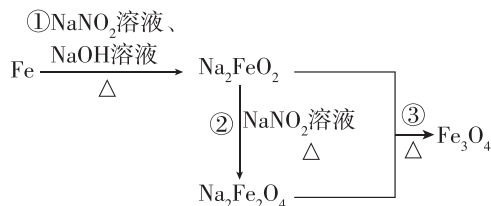
- A. “过程 1”中氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1 : 1  
 B.  $\text{NiO}_2$  是该反应的催化剂  
 C. “过程 2”可表示为  $\text{ClO}^- + 2\text{NiO}_2 \rightleftharpoons \text{Ni}_2\text{O}_3 + \text{Cl}^- + \text{O}$   
 D. 吸收过程中存在反应:  $\text{SO}_2 + \text{O} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
4. [2024·湖南长沙长郡中学模拟] 乙二醇的生产工艺中, 需使用热的  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液(脱碳液)脱除  $\text{CO}_2$ , 脱碳液中含有的  $\text{V}_2\text{O}_5$  能减少溶液对管道的腐蚀。可使用“碘量法”测定脱碳液中  $\text{V}_2\text{O}_5$  的含量, 操作中涉及的两个反应如下:
- ①  $\text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{HCl} + 2\text{KI} \rightleftharpoons 2\text{VOCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2 +$

$3\text{H}_2\text{O}$ ;

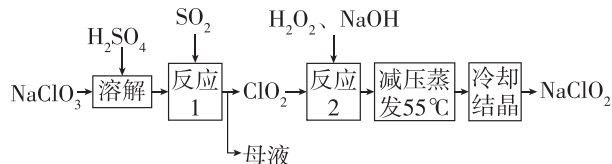


下列说法错误的是 ( )

- A. 反应①中氧化剂与还原剂物质的量之比为 3 : 2  
 B. 反应①中生成 1 mol  $\text{VOCl}_2$  时, 反应转移 1 mol 电子  
 C. V 元素的最高价为 +5 价, 推测  $\text{V}_2\text{O}_5$  有氧化性和还原性  
 D. 溶液酸性过强时, 反应②易发生其他反应
5. [2024·湖南长沙一模] 发蓝工艺是一种材料保护技术, 钢铁零件的发蓝处理实质是使钢铁表面通过氧化反应, 生成有一定厚度、均匀、致密、附着力强、耐腐蚀性能好的深蓝色氧化膜。钢铁零件经历如图所示转化进行发蓝处理, 已知  $\text{NaNO}_2$  的还原产物为  $\text{NH}_3$ 。下列说法正确的是 ( )



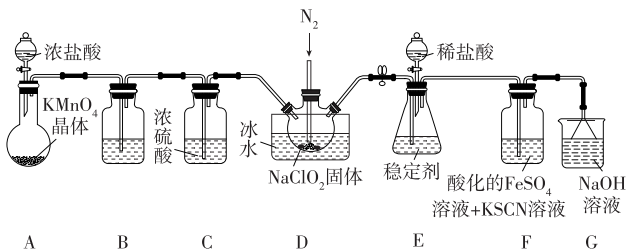
- A. 钢铁零件发蓝处理所得的深蓝色氧化膜是  $\text{Fe}_3\text{O}_4$   
 B. 反应①中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 3 : 1  
 C. 反应②的离子方程式为  $6\text{FeO}_4^{2-} + \text{NO}_2^- + 7\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} 3\text{Fe}_2\text{O}_4^{2-} + \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
 D. 反应③属于氧化还原反应
6. [2024·河北石家庄三模] 亚氯酸钠( $\text{NaClO}_2$ )具有强氧化性、受热易分解, 可用作漂白剂、食品消毒剂等, 以氯酸钠为原料制备亚氯酸钠的工艺流程如图所示。已知高浓度的  $\text{ClO}_2$  易爆炸。下列说法错误的是 ( )



- A. 反应 1 中  $\text{ClO}_2$  是还原产物, 母液中主要成分是  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   
 B. 反应 1 需要通入  $\text{N}_2$  稀释  $\text{ClO}_2$ , 以防发生爆炸  
 C. 反应 2 中, 氧化剂和还原剂的物质的量之比为 2 : 1  
 D. 若还原产物均为  $\text{Cl}^-$  时,  $\text{ClO}_2$  的氧化能力是等质量  $\text{Cl}_2$  的 2.5 倍

**角度1 陌生氧化还原反应方程式的书写**

1. [2024·河北沧州示范高中三模] 二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )常用作饮用水消毒杀菌剂,其沸点为  $11.0^\circ\text{C}$ ,浓度过高时易爆炸分解。实验室常用干燥的氯气与亚氯酸钠( $\text{NaClO}_2$ )固体反应制备  $\text{ClO}_2$ 。制备  $\text{ClO}_2$  及验证其氧化性的装置如图所示(部分夹持装置已省略)。



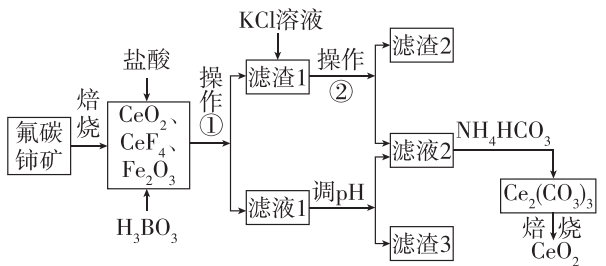
已知:实验室可用稳定剂吸收  $\text{ClO}_2$ ,生成  $\text{ClO}_2^-$ ,使用时加酸只释放  $\text{ClO}_2$  一种气体。

(1)装置 A 中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2)向装置 D 中通入  $\text{N}_2$  的目的是\_\_\_\_\_,装置 D 中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(3)装置 F 中能观察到溶液显红色,则发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_、 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ 。

2. [2024·辽宁沈阳二中三模] 稀土元素铈及其化合物在生产生活中有重要用途,如汽车尾气用稀土/钨三效催化剂处理,不仅可以降低催化剂的成本,还可以提高催化效能。以氟碳铈矿(主要成分为  $\text{CeCO}_3\text{F}$ )为原料制备  $\text{CeO}_2$  的一种工艺流程如图所示。



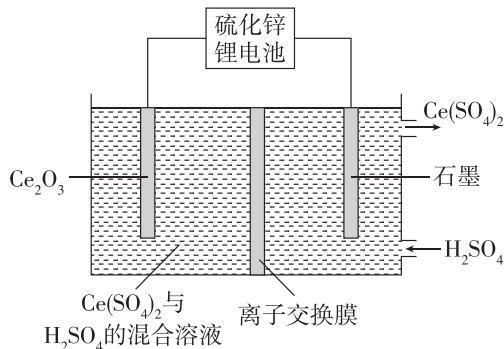
已知:滤渣 1 的主要成分是难溶于水的  $\text{Ce}(\text{BF}_4)_3$ ,滤渣 2 的主要成分是  $\text{KBF}_4$ 。

回答下列问题:

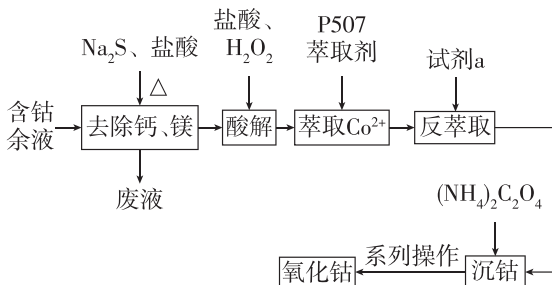
(1) $\text{Ce}^{4+}$  有强氧化性,含  $\text{Ce}^{4+}$  的溶液可吸收雾霾中的  $\text{NO}$ ,生成  $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  (二者物质的量之比为 1:1),该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2)在空气中焙烧  $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$  的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(3)某研究小组利用硫化锌锂电池,在酸性环境下电解  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  制  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  的装置如图所示。阴极的电极反应式为\_\_\_\_\_。



3. [2024·辽宁鞍山二模] 从含钴余液(含  $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  等杂质)中提取  $\text{Co}_3\text{O}_4$  的流程如下:



已知 P507 萃取剂( $\text{HA}$ )<sub>2</sub> 和  $\text{Co}^{2+}$  发生反应: $\text{Co}^{2+} + n(\text{HA})_2 \rightleftharpoons \text{CoA}_2 \cdot (n-1)(\text{HA})_2 + 2\text{H}^+$ 。

(1)“酸解”时,硫元素转化为最高价含氧酸根离子,请写出  $\text{CoS}$  酸解反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

(2)沉钴的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3)在空气中  $\text{CoC}_2\text{O}_4$  高温受热分解可得到  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,化学方程式为\_\_\_\_\_。

4. [2024·江西宜春一模] 重铬酸钾是实验室中一种重要分析试剂,某学习小组在实验室制备重铬酸钾步骤如下:

I. 熔融:取 3 g  $\text{NaOH}$ 、3 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  加入特定反应器中,加热熔融。将 3 g  $\text{KClO}_3$ 、1.52 g  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  混合均匀后,分多次加入熔融物中,不断搅拌。待全部加入后,高温加热一段时间,然后停止加热。

II. 浸取:熔融物冷却后,向反应器中加少量水,煮沸,将所得溶液转移至烧杯中。重复该操作,将

反应器内物质全部转移至烧杯后,煮沸 15 min,得到  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  黄色溶液。

Ⅲ. 酸化:待Ⅱ中烧杯内溶液冷却至室温,抽滤,取滤液置于仪器 A 中,加入适量硫酸,观察溶液由黄色变为橙红色,停止加酸。

Ⅳ. 结晶:加入 0.8 g KCl 固体,完全溶解后,蒸发浓缩,冷却结晶,抽滤,洗涤,干燥,称量得到 1.47 g 产品。

(1) 写出一个生成  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  的化学方程式:

(2) 工业上制备重铬酸钾的第一步是用铬铁矿 ( $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaNO}_3$  共熔得到铬酸钠。该反应中,铬铁矿被氧化,伴有气态物质生成,且生成一种亚硝酸盐防腐剂,写出该反应的化学方程式:

(3) 该实验所得重铬酸钾产率为 \_\_\_\_\_ % [保留两位有效数字。已知  $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $M(\text{Cr}) = 52 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ]

## 角度2 氧化还原滴定计算

5. 测定产品  $\text{CrCl}_3$  的纯度(杂质不参加反应),已知  $\text{CrO}_4^{2-}$  (黄色,碱性)  $\rightleftharpoons$   $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (橙色,酸性)。

准确称取  $m \text{ g}$  产品,温水溶解后稀释至 250 mL,量取 25.00 mL 待测溶液加入锥形瓶中,向其中加入足量  $\text{Na}_2\text{O}_2$  充分反应;将反应后溶液加硫酸酸化至橙色,煮沸、冷却后加入足量 KI 溶液,滴加淀粉溶液作指示剂,用  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定 ( $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ),达到滴定终点时消耗标准液的体积为  $V \text{ mL}$ 。

(1) 准确量取 25.00 mL 待测溶液所用仪器名称为 \_\_\_\_\_。

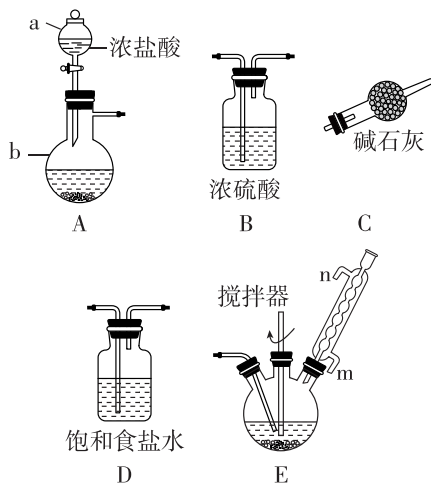
(2) 硫酸酸化的主要作用为 \_\_\_\_\_。

(3) 反应后溶液煮沸的目的为 \_\_\_\_\_。

(4) 产品中  $\text{CrCl}_3$  的质量分数为 \_\_\_\_\_ [  $M(\text{CrCl}_3) = 158.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ]。

6. [2024 · 辽宁凌源一模] 某实验小组利用硫渣(主要成分为 Sn, 含少量 CuS、Pb 等)与氯气反应制备

四氯化锡,其过程如图所示(夹持、加热及控温装置略)。



(1) b 中盛装试剂为二氧化锰时,发生反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(2) 产品中含少量  $\text{SnCl}_2$ , 测定  $\text{SnCl}_4$  纯度的方法: 取 2.000 g 产品溶于 50.00 mL 的稀盐酸中,加入 \_\_\_\_\_ 溶液作指示剂。用  $0.01000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{KIO}_3$  标准溶液滴定至终点,消耗  $\text{KIO}_3$  标准溶液 20.00 mL, 反应原理为  $3\text{SnCl}_2 + \text{KIO}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 3\text{SnCl}_4 + \text{KI} + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ , 判断滴定终点的依据为 \_\_\_\_\_, 产品的纯度为 \_\_\_\_\_。 [  $M(\text{SnCl}_2) = 190 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ]

7. 测定产品中有效成分  $\text{NaClO}$  的含量:

① 取 10.00 mL 产品 ( $\text{NaClO}$  溶液) 于碘量瓶中,加入 50 mL 蒸馏水、足量 KI 溶液和稀硫酸,迅速盖紧瓶塞后,在暗处静置 5 min;

② 加入指示剂,用  $0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点,平行测定三次,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液的平均用量为 48.00 mL。(已知:  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ , 杂质不参与反应)

(1) 步骤①中反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(2) 步骤②中加入的指示剂为 \_\_\_\_\_; 达到滴定终点时的判断依据为 \_\_\_\_\_。

(3) 产品中  $c(\text{ClO}^-) = \text{_____} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

1. [2024·湖南邵阳二模] 物质的性质决定用途,下列两者对应关系不正确的是 ( )
- A.  $\text{FeCl}_3$  溶液呈酸性,可用于腐蚀电路板上的 Cu
- B. CaO 能与水反应,可用作食品干燥剂
- C. 碳纳米管具有独特的结构和大的比表面积,可用作新型储氢材料
- D. 等离子体中含有带电粒子且能自由移动,可应用于化学合成和材料表面改性
2. [2024·湖南高中联盟联考] 物质的性质决定用途,下列两者对应关系不正确的是 ( )
- A.  $\text{SO}_2$  能使某些色素褪色,可用作漂白剂
- B. 金属钠导热性好,可用作传热介质
- C. NaClO 溶液呈碱性,可用作消毒剂
- D.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  呈红棕色,可用作颜料
3. 化学与生活密切相关,下列物质用途与性质不匹配的是 ( )

选项	用途	性质
A	$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 可用于净水	$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 具有氧化性
B	胃舒平中含 $\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$ 能中和胃酸(HCl)
C	热纯碱溶液可用于清洗餐具表面的油污	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 在热水中水解程度增大
D	活性炭可用于除去汽车中的异味	活性炭具有吸附性

4. 下列物质的用途与所对应性质不相符的是 ( )

选项	物质	用途	性质
A	SiC	作耐高温结构材料	具有优异的高温抗氧化性能
B	$\text{CH}_3\text{COOH}$	用于除水垢	酸性: $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3$
C	$\text{BaSO}_4$	在医疗上用作消化系统 X 射线检查的内服药剂	不溶于水和酸,不容易被 X 射线透过
D	$\text{NH}_3$	可用作制冷剂	易溶于水

5. [2024·河北沧州示范高中二模] 青釉瓷是中国最早出现的一种瓷器,分析青釉瓷器文物发现:主体是石英,还有一定量的莫来石( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ )及少量的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、CaO 和 MgO。下列说法正确的是 ( )
- A. 石英晶体中存在硅氧四面体顶角相连的螺旋长链结构
- B. 陶瓷是由氧化物组成的传统无机非金属材料
- C. CaO 遇水会生成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,所以青釉瓷器不可盛水
- D. 青釉瓷器呈青色是因为瓷体中含有  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
6. 下列有关物质用途的说法错误的是 ( )
- A. 氯化铵溶液呈酸性,可用于除铁锈
- B. 高铁酸钠( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ )可用于自来水的杀菌消毒
- C. 银氨溶液具有弱氧化性,可用于制银镜
- D. 血浆中  $\text{CO}_3^{2-}/\text{HCO}_3^-$  缓冲体系可以稳定体系中的酸碱度
7. [2024·江西赣州二模] 下列有关物质的性质和用途的描述,不正确的是 ( )

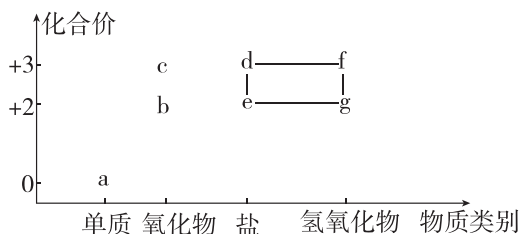
选项	性质	用途
A	常温下,氨气能与氯气反应	浓氨水可用于检验氯气管道泄漏
B	$\text{ClO}_2$ 具有氧化性	$\text{ClO}_2$ 可用于自来水的杀菌消毒
C	明矾可以水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体	明矾可用于自来水的杀菌消毒
D	聚乳酸在自然界可生物降解	宣传使用聚乳酸制造的包装材料

8. [2024·辽宁沈阳郊联体联考] 物质的性质和用途是化学研究的重要内容,下列物质的性质与用途具有对应关系且正确的是 ( )
- A.  $\text{SO}_2$  能杀菌且具有还原性, $\text{SO}_2$  可以用作葡萄酒酿制过程的添加剂
- B. 钠具有导电性,可用于冶炼部分金属
- C. 浓硫酸具有脱水性,可用于实验室干燥氧气
- D. 铁具有良好的导电性,氯碱工业中可用铁作阳极电解饱和食盐水

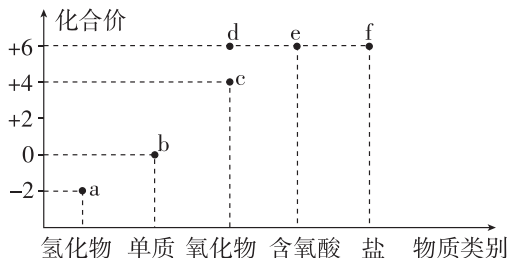
1. [2024·湖北 T8 联盟二模] 下列实验方案中元素价态转化正确的是 ( )

选项	实验方案	同元素不同价态之间转化
A	向 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 粉末中滴加 70% 硫酸, 将气体通入氯水	$\text{S}: +6 \rightarrow +4 \rightarrow +6$
B	向稀硝酸中加入少量铁粉, 再加入过量铜粉	$\text{Fe}: 0 \rightarrow +3 \rightarrow +2$
C	加热 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 混合物, 将气体通入浓硫酸中	$\text{N}: -3 \rightarrow 0 \rightarrow +4$
D	在 $\text{KClO}_3$ 中加入浓盐酸, 将气体通入 $\text{KI}$ 淀粉溶液中	$\text{Cl}: -1 \rightarrow 0 \rightarrow +5$

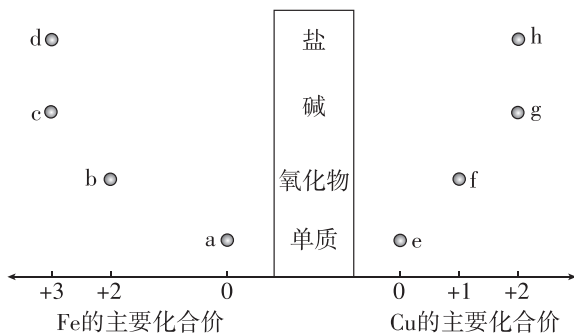
2. 含铁物质与其相应化合价的关系如图所示。下列推断合理的是 ( )



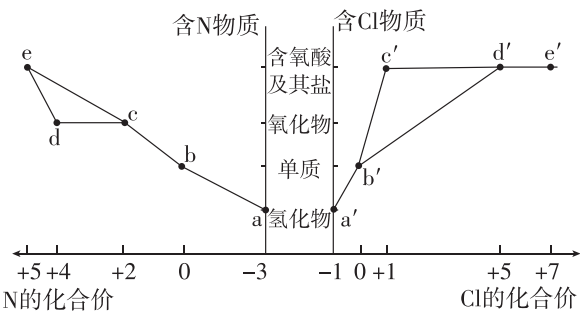
- A. 可用苯酚溶液鉴别 d 和 e  
 B. a 与水反应可直接生成 c  
 C. d 的水溶液与 Cu 反应生成 a  
 D. 存在  $e \rightarrow d \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow e$  的循环转化关系
3. 含硫物质的分类与相应的化合价关系如图。下列推理正确的是 ( )



- A. a 可被  $\text{CuSO}_4$  溶液氧化生成 e  
 B. a 可与 c 反应生成 b  
 C. 将木炭与浓 e 溶液共热生成的气体通入  $\text{BaCl}_2$  溶液中, 有白色沉淀生成  
 D. 可存在  $b \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f$  的循环转化
4. 铁和铜部分物质的“价—类”关系如图所示。下列说法正确的是 ( )
- A. a 和 d 不能发生化合反应  
 B. a 分别与硝酸、氯气、稀硫酸反应可制得对应的 d



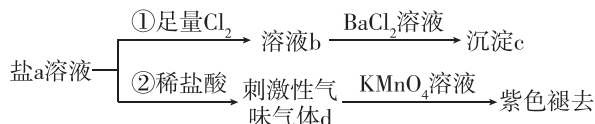
- C. b, f 都是黑色固体, d 溶液和 h 溶液都是透明溶液  
 D. f 与盐酸反应生成 e 和 h, 在该反应中 f 既表现氧化性, 又表现还原性
5. 部分含 N 和含 Cl 物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列推断不合理的是 ( )



- A. 浓的  $a'$  溶液和浓的  $c'$  反应可以得到  $b'$   
 B. 工业上通过  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e$  来制备  $\text{HNO}_3$   
 C.  $d'$  的阴离子空间结构与其 VSEPR 模型不同  
 D. a 与  $b'$  可发生氧化还原反应, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 3 : 2
6. 下列各组物质中, 能一步实现如图所示转化的的是 ( )

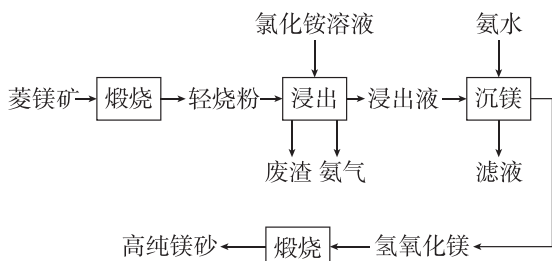
选项	a	b	c
A	$\text{FeCl}_3$	$\text{FeCl}_2$	Fe
B	$\text{NO}_2$	NO	$\text{N}_2$
C	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}_2$	NaOH
D	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Al	$\text{Al}(\text{OH})_3$

7. 含 S 元素的某钠盐 a 能发生如图所示转化。下列说法错误的是 ( )



- A. a 可能为正盐, 也可能为酸式盐  
 B. c 为不溶于盐酸的白色沉淀  
 C. d 为含极性键的非极性分子  
 D. 反应②中还可能生成淡黄色沉淀

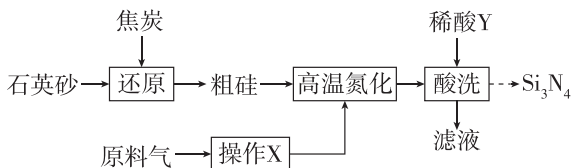
1. [2024·湖南长沙一中模拟] 以菱镁矿(主要成分为  $MgCO_3$ , 含少量  $SiO_2$ 、 $Fe_2O_3$  和  $Al_2O_3$ ) 为原料制备高纯镁砂的工艺流程如下:



已知浸出时产生的废渣中有  $SiO_2$ 、 $Fe(OH)_3$  和  $Al(OH)_3$ 。下列说法错误的是 ( )

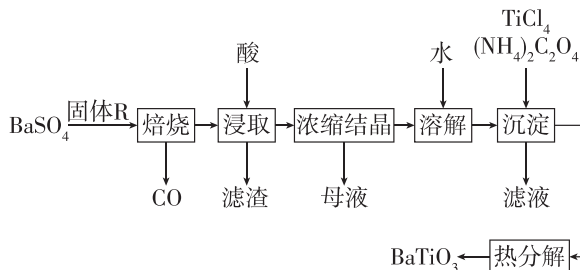
- A. 浸出镁的反应为  $MgO + 2NH_4Cl \rightleftharpoons MgCl_2 + 2NH_3 \uparrow + H_2O$   
 B. 浸出和沉镁的操作均应在较高温度下进行  
 C. 流程中可循环使用的物质有  $NH_3$ 、 $NH_4Cl$   
 D. 分离  $Mg^{2+}$  与  $Al^{3+}$ 、 $Fe^{3+}$  是利用了它们氢氧化物  $K_{sp}$  的不同

2. [2024·重庆主城区(九龙坡区)质检] 氮化硅可用作耐高温、耐腐蚀材料。由石英砂和原料气(含  $N_2$  和少量  $O_2$ ) 制备  $Si_3N_4$  的一种工艺流程如图所示(粗硅中含  $Fe$ 、 $Cu$  的单质及其化合物, 高温氮化时杂质未参加反应)。

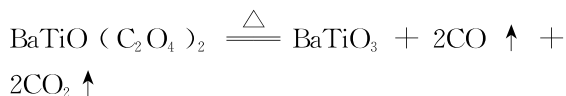


下列叙述正确的是 ( )

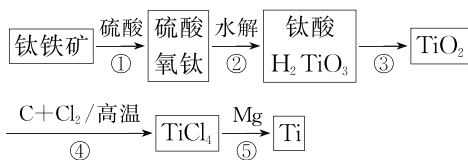
- A. 还原时焦炭主要被氧化为  $CO_2$   
 B. 高温氮化时  $N_2$  作还原剂  
 C. 操作 X 可将原料气通过灼热的铜粉  
 D. 酸洗时, 稀酸 Y 选用稀硫酸
3. [2024·河北邢台二模]  $BaTiO_3$  是一种压电材料。实验室以纯净  $BaSO_4$  为原料, 采用下列路线模拟工业制备  $BaTiO_3$ , 焙烧所得产物的物质的量之比为 1:4。下列说法错误的是 ( )



- A. 焙烧步骤中固体 R 为炭粉, 作还原剂  
 B. 浸取步骤应选用的酸是稀硫酸  
 C. 浸取过程中会产生有毒气体, 需要在通风橱中进行  
 D. 沉淀产品  $BaTiO(C_2O_4)_2$  的热分解方程式为



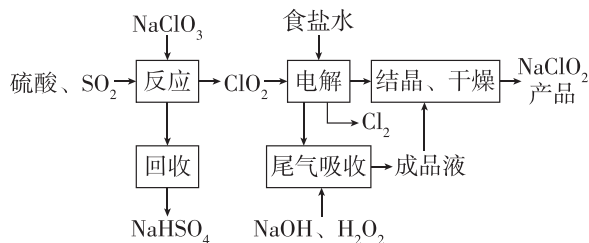
4. [2024·湖南部分学校联考模拟] 钛(Ti)和钛合金被广泛应用于火箭、导弹、航天飞机等领域。工业上以钛铁矿( $FeTiO_3$ , 其中 Ti 元素为 +4 价) 为主要原料制备金属钛的工艺流程如图所示。



已知:  $TiCl_4$  的熔点为  $-25^\circ C$ , 沸点为  $136.4^\circ C$ 。

下列说法中错误的是 ( )

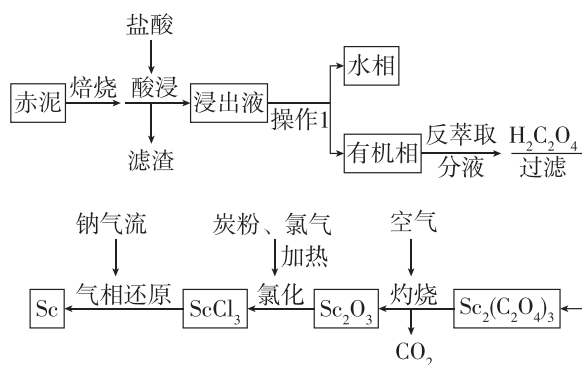
- A. 步骤①的反应过程中元素的化合价没有发生变化  
 B. 步骤③的操作名称是加热或高温煅烧  
 C. 步骤④反应的化学方程式为  $TiO_2 + 2C + 2Cl_2 \xrightarrow{高温} TiCl_4 + 2CO$   
 D. 由  $TiCl_4$  制备 Ti 的过程中, 可以加入氮气作保护气体
5. [2024·湖北七市州联考]  $NaClO_2$  是一种重要的杀菌消毒剂, 也常用来漂白织物等, 其一种生产工艺如下:



下列说法正确的是 ( )

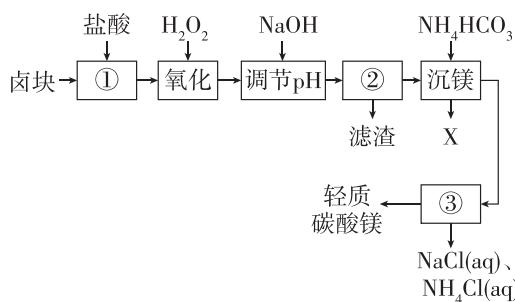
- A. 反应步骤中生成  $ClO_2$  的化学方程式为  $2NaClO_3 + SO_2 + H_2SO_4 \rightleftharpoons 2NaHSO_4 + 2ClO_2$   
 B. 电解中阴极反应的主要产物是  $H_2$   
 C. 尾气吸收环节可吸收电解过程排出的少量  $ClO_2$ , 此反应中, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:2  
 D.  $NaHSO_4$  晶体中阴、阳离子个数之比为 1:2

6. [2024·湖南长沙一中模拟] 以赤泥(含有大量Na、Al、Fe、Si、Ca、Sc、Zr 等的氧化物)为原料制备钪的工艺流程如下。



下列说法正确的是 ( )

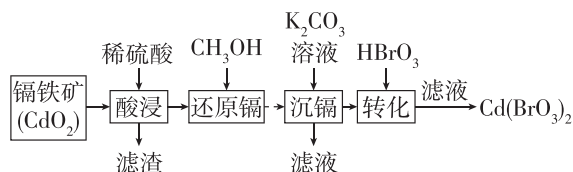
- A. Fe 位于元素周期表的第四周期第ⅧB族  
 B. 操作1使用的主要玻璃仪器为漏斗、烧杯  
 C. 灼烧时生成 1 mol  $\text{CO}_2$ , 消耗 8 g  $\text{O}_2$   
 D. 盐酸溶解  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  时生成难溶的  $\text{ScOCl}$  的离子方程式为  $\text{Sc}_2\text{O}_3 + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{ScOCl} + 2\text{OH}^-$
7. [2024·河北邯郸示范高中三模] 轻质碳酸镁 [ $\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ] 是广泛应用于橡胶、塑料、食品和医药工业的化工产品, 以卤块(主要成分为  $\text{MgCl}_2$ , 含  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等杂质离子)为原料制备轻质碳酸镁的工艺流程如图所示。下列说法错误的是 ( )



- A. 在实验室进行①操作所用的仪器为玻璃棒、烧杯  
 B. “氧化”工序中发生反应的离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$   
 C. ②和③工序名称均为过滤

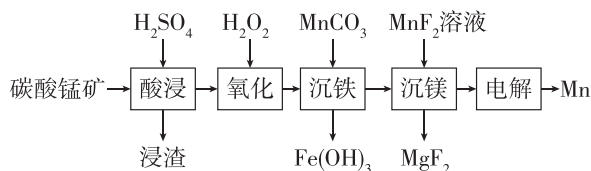
- D. “沉镁”工序应控制合适的温度, 产生的气体 X 主要为  $\text{NH}_3$  和  $\text{CO}_2$

8. 以镉铁矿(主要成分为  $\text{CdO}_2$ ) 为原料制备  $\text{Cd}(\text{BrO}_3)_2$  的部分工艺流程如下:



已知  $\text{CdSO}_4$  可溶于水,  $\text{CdCO}_3$  难溶于水。下列说法不正确的是 ( )

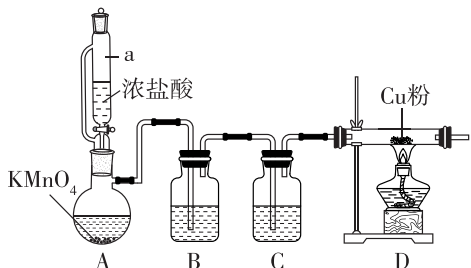
- A. 已知 Cd 在周期表中位于第五周期第ⅡB族, 则基态 Cd 原子的价层电子排布是  $5s^2$   
 B. 还原镉时可产生  $\text{CO}_2$ , 该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 3 : 1  
 C. 沉镉所得滤液中  $\text{SO}_4^{2-}$  的空间结构是正四面体形  
 D. 转化中发生的反应为  $\text{CdCO}_3 + 2\text{HBrO}_3 \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{BrO}_3)_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
9. [2024·江西南昌八一中学三模] 金属锰用于生产多种重要的合金。工业上由碳酸锰矿(主要成分为  $\text{MnCO}_3$ , 还含有  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$  等杂质)制备金属锰的工艺流程如图所示。下列说法错误的是 ( )



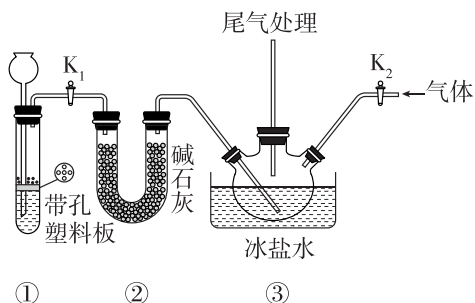
- A. “浸渣”的主要成分可用于制造陶瓷和耐火材料  
 B. “氧化”时消耗的过氧化氢与  $\text{Fe}^{2+}$  的物质的量之比为 1 : 2  
 C. “沉铁”时发生反应的离子方程式为  $3\text{MnCO}_3 + 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 \uparrow$   
 D. “电解”过程中提高电解质溶液的酸度, 电解效率会降低



1. [2024·湖南长沙一中模拟] 氯化铜广泛用作媒染剂、氧化剂、木材防腐剂、食品添加剂、消毒剂等,在空气中易潮解。某兴趣小组利用如图所示装置制备氯化铜。下列说法正确的是 ( )

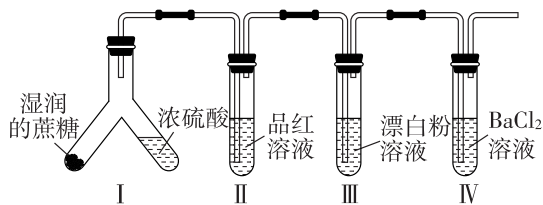


- A. 仪器 a 为恒压滴液漏斗,可防止 HCl 挥发到空气中  
 B. B 中盛放浓硫酸,C 中盛放饱和食盐水  
 C. D 装置后需连接盛有氢氧化钠溶液的烧杯,防止污染  
 D. 实验时,先点燃 D 处酒精灯,再滴加浓盐酸
2. [2024·湖南衡阳三校联考] 常温下,氧氯化氮( $\text{NOCl}$ ,熔点:  $-64.5\text{ }^\circ\text{C}$ ;沸点:  $-5.5\text{ }^\circ\text{C}$ )是一种遇潮气水解的气体,在实验中可利用一氧化氮和氯气反应制备,其装置如图所示。

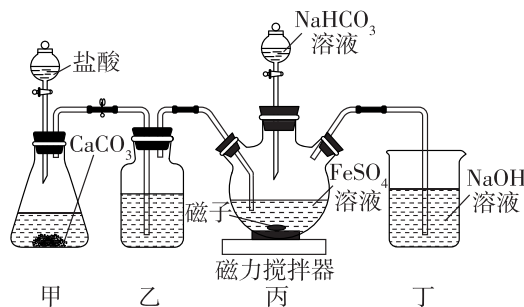


- 下列说法中正确的是 ( )
- A. 氧氯化氮( $\text{NOCl}$ )遇到潮湿的空气会出现白烟  
 B. 装置①为浓盐酸和  $\text{KMnO}_4$  反应,制备所需的  $\text{Cl}_2$   
 C. 装置①可用于  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  反应制备  $\text{O}_2$  的实验,便于控制反应的发生与停止  
 D. 装置③中的冰盐水可使氧氯化氮冷凝为液体,减少挥发

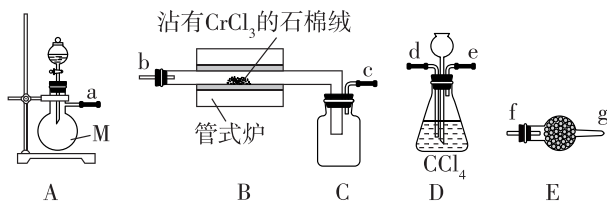
3. [2024·辽宁抚顺六校联考] 某化学兴趣小组为探究蔗糖与浓硫酸的反应设计了如图所示实验装置。向左倾斜 Y 形试管使反应发生,下列说法正确的是 ( )
- A. 装置 II 中品红溶液褪色,证明  $\text{SO}_2$  具有氧化性  
 B. 装置 III 中产生白色沉淀,其主要成分为  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{CaSO}_3$



- C. 装置 IV 中无明显现象  
 D. 装置不变,仅将装置 I 中的蔗糖换成木炭,也能出现相同的现象
4. [2024·河北武邑中学模拟] 实验室用  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{FeSO}_4$  溶液制备碳酸亚铁的装置如图所示(夹持装置已省略),三颈烧瓶中产生白色沉淀及无色气体。下列说法不正确的是 ( )



- A. 装置甲产生的  $\text{CO}_2$  可排出装置中的空气  
 B. 装置乙中盛装的试剂为饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液  
 C. 装置丙中发生反应的离子方程式:  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
 D. 反应结束后,将丙中反应液静置、过滤、洗涤、干燥,可得到碳酸亚铁
5. 氮化铬( $\text{CrN}$ )具有高的硬度和良好的耐磨性。实验室可利用  $\text{CrCl}_3$  与  $\text{NH}_3$  反应来制备氮化铬,可选择的装置如图所示。下列说法错误的是 ( )



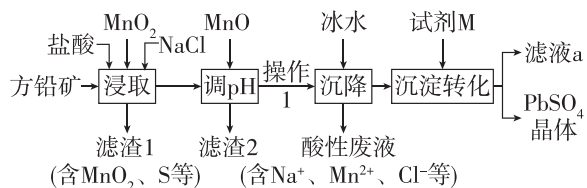
已知:  $\text{CrCl}_3$  为紫色单斜晶体,易升华,高温下易被氧气氧化,极易水解;  $\text{CrN}$  难溶于水,熔点为  $1770\text{ }^\circ\text{C}$ 。

- A. 装置的连接顺序为  $\text{A} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{E}$   
 B. A 装置中分液漏斗内盛放的是氯化铵溶液,蒸馏烧瓶中盛放的是氢氧化钠溶液  
 C. B 与 C 之间采用粗玻璃管的目的是防止升华的  $\text{CrCl}_3$  冷凝堵塞导管  
 D. 制得的  $\text{CrN}$  中往往含有少量  $\text{Cr}_2\text{N}$ ,生成  $\text{Cr}_2\text{N}$  的化学方程式为  $4\text{CrCl}_3 + 16\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cr}_2\text{N} + \text{N}_2 + 12\text{NH}_4\text{Cl}$



## 难点专练(一) 难点1 基于流程分析的物质确定与转化原理

1. [2024·湖南长沙师大附中模拟] 硫酸铅广泛应用于制造铅酸蓄电池、白色颜料以及精细化工产品等。工业生产中利用方铅矿(主要成分为  $\text{PbS}$ , 含有  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeS}_2$  等杂质)制备  $\text{PbSO}_4$  晶体,工艺流程如下:

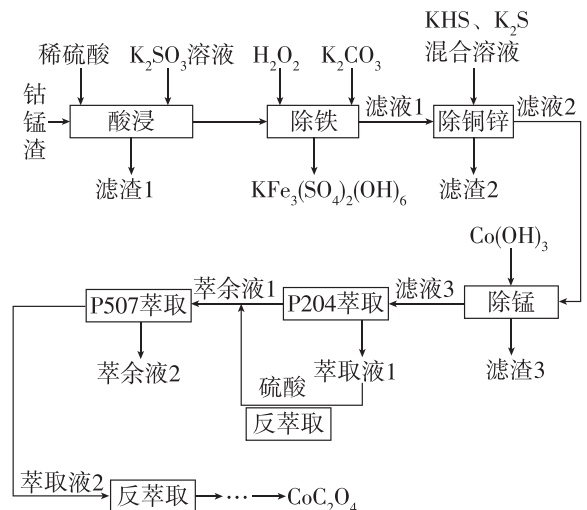


已知:  $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$ ;

$K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1 \times 10^{-8}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2) = 1 \times 10^{-5}$ 。

- “浸取”时,由  $\text{PbS}$  转化为  $[\text{PbCl}_4]^{2-}$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- 滤渣 2 的主要成分是\_\_\_\_\_ (填化学式)。
- 由该工艺可知,反应  $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$  属于\_\_\_\_\_ 反应。(填“放热”或“吸热”)
- “沉淀转化”步骤完成后溶液中  $\text{SO}_4^{2-}$  的浓度为  $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则此时溶液中  $\text{Cl}^-$  的浓度为\_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- 滤液 a 可循环利用,试剂 M 是\_\_\_\_\_ (填化学式)。

2. [2024·湖南雅礼中学三模] 以湿法炼锌厂所产生的钴锰渣(主要成分为  $\text{Co}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{NiO}$ 、 $\text{MnO}_2$ , 含少量  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{CaO}$  等)为原料回收制备  $\text{CoC}_2\text{O}_4$  的工艺如下:



已知常温下,  $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 1.3 \times 10^{-36}$ ,

$K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.2 \times 10^{-20}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) = 1.3 \times 10^{-24}$ 。

回答下列问题:

(1)“酸浸”时其中  $\text{Co}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Co}^{2+}$ ,  $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ , 写出  $\text{Co}_2\text{O}_3$  反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。

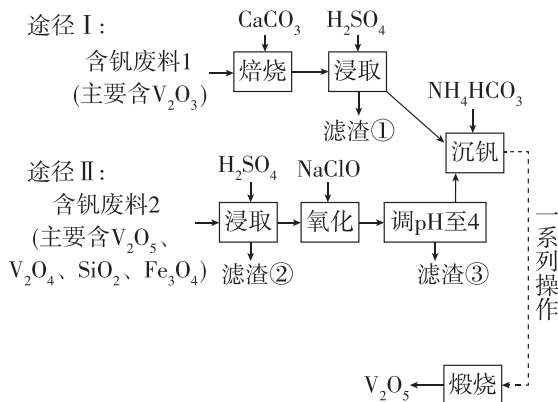
(2)“除铁”时,生成  $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ 。同时有  $\text{CO}_2$  生成,写出该反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

(3)“除铜锌”时,  $\text{Cu}^{2+}$  主要以  $\text{CuS}$  而不是  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  形式除去,结合计算说明其原因:\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_ (写出主要计算推理过程)。

(4)“滤渣 3”中含有  $\text{MnO}_2$ , 写出“除锰”时生成  $\text{MnO}_2$  的化学方程式:\_\_\_\_\_。

3. 五氧化二钒( $\text{V}_2\text{O}_5$ )是一种重要的工业催化剂,可采用以下两种途径制备  $\text{V}_2\text{O}_5$ 。



已知:①  $\text{VO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{VO}_2^+ + \text{H}_2\text{O}$ ;

②  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  微溶于冷水,易溶于热水,难溶于乙醇。回答下列问题:

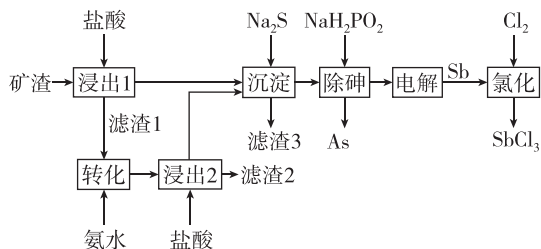
(1)  $\text{SO}_4^{2-}$  的空间结构为\_\_\_\_\_。

(2)“焙烧”中  $\text{V}_2\text{O}_3$  转化为  $\text{Ca}(\text{VO}_3)_2$ , 途径 I 经“浸取”得到的浸出液中含钒物质是\_\_\_\_\_, 滤渣①为\_\_\_\_\_。(填化学式)

(3)途径 II“浸取”时,可产生  $\text{VO}^{2+}$ , 写出  $\text{V}_2\text{O}_4$  发生反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

(4)途径 II“氧化”时,除了  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化外,还有\_\_\_\_\_ (填离子符号)被氧化,写出此离子被氧化的离子方程式:\_\_\_\_\_。

4.  $\text{SbCl}_3$  可用于红外光谱分析用溶剂、显像管生产等。以某矿渣(主要成分为  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ , 含有少量  $\text{CuO}$ 、 $\text{As}_2\text{O}_3$  等杂质)为原料制备  $\text{SbCl}_3$  的工艺流程如图所示。



已知:①Sb 属于第 V A 族元素,主要化合价为 +3 价、+5 价。

②常温下,  $K_{sp}(\text{CuS})=6.3 \times 10^{-36}$ 。

③ $\text{As}_2\text{O}_3$  微溶于水、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$  难溶于水,它们均为两性氧化物; $\text{SbOCl}$  难溶于水。

④次磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_2$ )为一元中强酸,具有强还原性。

回答下列问题:

(1)滤渣 1 的主要成分是  $\text{SbOCl}$ ,为了提高铋的利用率,将滤渣 1 用氨水浸取使其转化为  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,写出该反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

(2)除砷时, $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  的氧化产物为  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 。

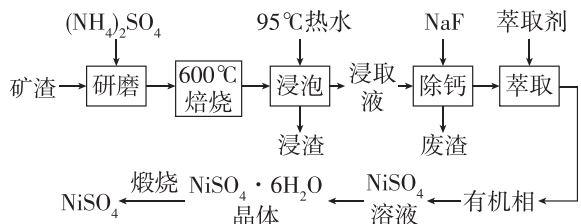
① $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  的化学名称为\_\_\_\_\_。

$\text{H}_3\text{PO}_4$  中磷原子的杂化类型为\_\_\_\_\_。

②除砷过程中生成 As 的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(3)电解  $\text{SbCl}_3$  溶液时,被氧化的 Sb 元素与被还原的 Sb 元素的质量之比为 3 : 2,则电解方程式为\_\_\_\_\_。

5. [2024·湖南邵阳二模] 从某矿渣[成分为  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  (铁酸镍)、 $\text{NiO}$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$  等]中回收  $\text{NiSO}_4$  的工艺流程如下:



已知:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  在  $350\text{ }^\circ\text{C}$  分解生成  $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 。回答下列问题:

(1)用  $95\text{ }^\circ\text{C}$  热水浸泡的目的是\_\_\_\_\_。

(2)矿渣中部分  $\text{FeO}$  焙烧时与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  的化学方程式是\_\_\_\_\_。

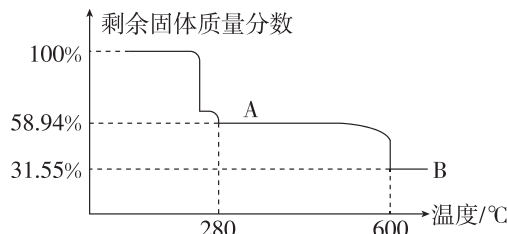
(3)向“浸取液”中加入  $\text{NaF}$  以除去溶液中  $\text{Ca}^{2+}$  (浓度为  $1.0 \times 10^{-3}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ),除钙率为 99%时

应控制溶液中  $\text{F}^-$  浓度至少是\_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

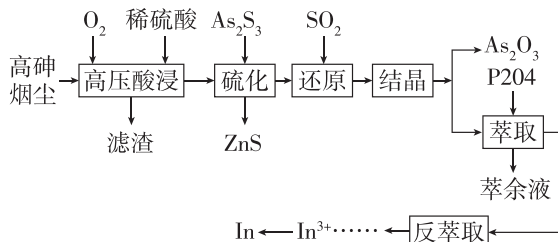
[ $K_{sp}(\text{CaF}_2)=4.0 \times 10^{-11}$ ]。

(4)从  $\text{NiSO}_4$  溶液中获得  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体的操作依次是\_\_\_\_\_，过滤,洗涤,干燥。

(5)“煅烧”时剩余固体质量分数与温度变化曲线如图所示,该曲线中 B 段所表示的固体物质的化学式是\_\_\_\_\_。



6. [2024·湖南北师联盟三模] 高砷烟尘(主要成分有  $\text{As}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbO}$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等)属于危险固体废弃物,对高砷烟尘进行综合处理回收  $\text{As}_2\text{O}_3$  和金属铟的工艺流程如下:



已知:①As 在酸性溶液中以  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  或  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  形式存在,氧化性环境中主要存在  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ;

② $\text{H}_3\text{AsO}_3$  在  $90\sim 95\text{ }^\circ\text{C}$  易分解为  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$  难溶于水;

③ $\lg 3 \approx 0.48$ 。

回答下列问题:

(1)滤渣的主要成分为\_\_\_\_\_ (填化学式)。

(2)“硫化”过程中生成  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ,发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

已知  $\text{H}_2\text{S}$  在水溶液中电离的总反应式为  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$   $K = c^2(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})=9 \times 10^{-22}$ ,  $K_{sp}(\text{ZnS})=1.6 \times 10^{-24}$ 。

当“硫化”操作后溶液中  $c(\text{Zn}^{2+})=1.6 \times 10^{-6}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则此时溶液的 pH 约为\_\_\_\_\_。

(3)“还原”后溶液酸性增强,主要原因是\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。

(4)“萃余液”中含有的金属阳离子为\_\_\_\_\_ (填离子符号),将  $\text{In}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液电解得到金属铟,阴极的电极反应式为\_\_\_\_\_。