

1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、考场号、座位号、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑, 如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号。回答非选择题时, 将答案写在答题卡上, 写在本试卷上无效。
3. 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

考试时间为 90 分钟, 满分 100 分

可能用到的相对原子质量: H—1 N—14 O—16 Na—23 S—32 Cl—35.5 Ca—40  
Ni—59 Cu—64 Ag—108 Ba—137

一、单项选择题: 本题共 15 小题, 1~6 每小题 2 分, 共 12 分, 7~15 每小题 3 分, 共 27 分, 本题共计 39 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一个选项符合题目要求。

1. 钠云被称为“人造彗星”, 某些发射的火箭装有特制的钠蒸发器, 在一定条件下喷发出钠云, 在日光的激发下黄色可以变得很亮, 并逐渐扩散而形成类似彗星的形状而得名, 也可由此推算火箭在空中的位置。下列说法错误的是  
A. 黄色的钠云是因为生成黄色的过氧化钠而导致的  
B. 钠钾合金常温下为液态, 可作原子反应堆的导热剂  
C. 过氧化钠可作为航天飞船中宇航员的供氧剂  
D. 利用金属钠可以制备航天用金属钛
2. 下列物质的应用中, 利用了氧化还原反应的是  
A. 利用胃舒平[主要成分为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ]治疗胃酸过多  
B. 维生素 C 与补铁剂同服效果更佳  
C. 纯碱、石灰石和石英砂为原料制玻璃  
D. 用氯化铵溶液除铁锈(主要成分  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ )
3. 下列说法正确的是  
A.  $\text{NH}_3$  溶于水能导电, 所以  $\text{NH}_3$  是电解质  
B.  $\text{CaCO}_3$  在水中溶解度很小, 其导电能力弱, 故  $\text{CaCO}_3$  是弱电解质  
C. 明矾净水的原理是形成氢氧化铝胶体除去水中的杂质和细菌  
D. 富勒烯、碳纳米管、石墨烯互为同素异形体

4. 磷化铝( $\text{AlP}$ )为粮食储备常用的高效熏蒸杀虫剂,与 $\text{AlCl}_3$ 性质相似, $\text{AlP}$ 分子遇水蒸气可发生 $\text{AlP} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{PH}_3 \uparrow$ 反应。下列表示相关微粒的化学术语正确的是

A. 重水的分子式为 $\text{H}_2^{18}\text{O}$

B.  $\text{PH}_3$ 的结构式为  $\begin{array}{c} \text{H}-\text{P}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

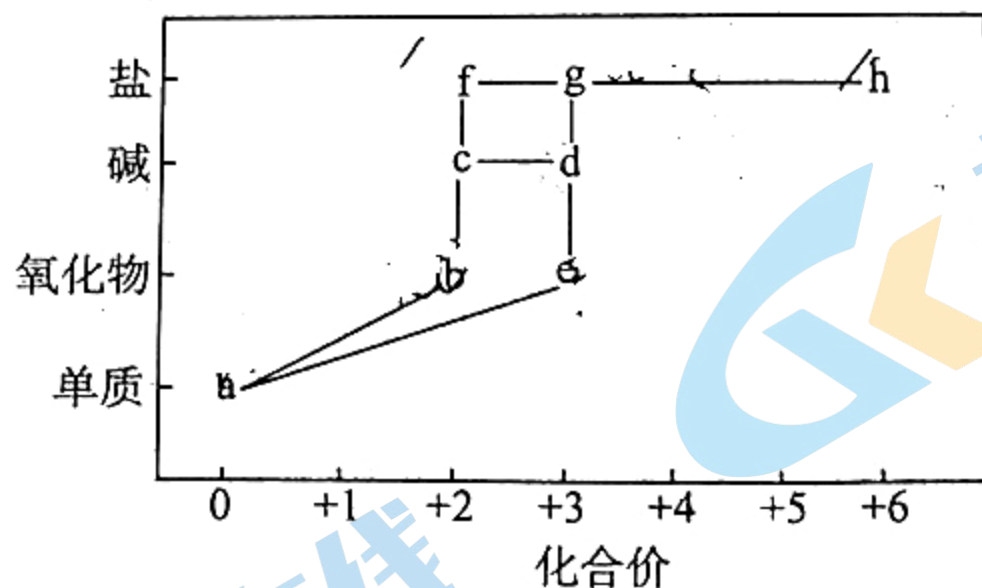
C.  $^{17}\text{O}$ 的原子结构示意图为  $\begin{array}{c} \text{(+17)} \\ \text{2} \\ \text{8} \\ \text{7} \end{array}$

D.  $\text{AlP}$ 的电子式为  $\text{Al}^{3+} [:\ddot{\text{P}}:]^{3-}$

5. 素质教育包括多个方面,如音乐、体育、美术等,受到高度关注,下列情况与对应化学知识或原理正确的是

选项	素质教育	化学知识或原理
A	音乐:“音乐焰火”创造出光和色的火树银花不夜天	焰色试验属于化学变化
B	体育:“水立方”外围的ETFE膜(乙烯-四氟乙烯共聚物)能为场馆内带来更多的自然光	ETFE膜是一种新型无机非金属材料
C	美术:我国的黑白山水画使用炭黑为原料作墨汁可保持年久不褪色	碳常温下化学性质不活泼
D	文学:爆竹声中一岁除,春风送暖入屠苏	传统爆炸粉为黑火药,其主要成分为木炭、硫磺、 $\text{KClO}_3$

6. 部分含铁物质的分类与相应化合价关系如下图所示,下列关于铁元素的单质及其化合物的说法不正确的是



A.  $h$ 具有强氧化性可用于饮用水的消毒,还原产物形成胶体可以净水

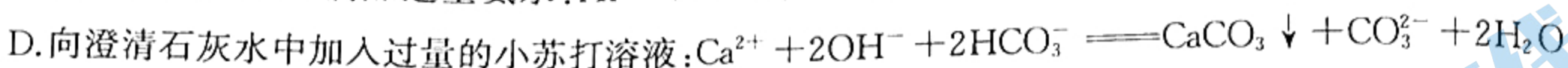
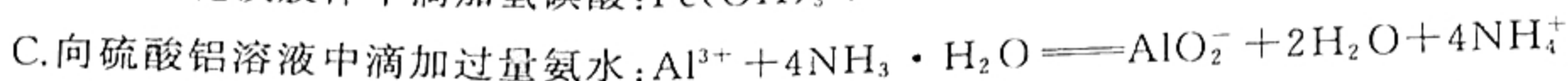
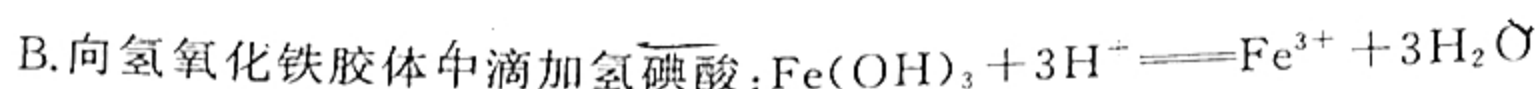
B. 向 $f$ 中加入 $\text{NaOH}$ 溶液制备 $c$ 的关键是隔绝空气,防止 $c$ 被氧化

C.  $a \rightarrow e \rightarrow d \rightarrow g \rightarrow f \rightarrow c$ 的每个转化均可一步实现

D. 向溶液 $f$ 中加入 $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,观察到溶液中最终出现红褐色沉淀

7. 下列过程涉及的化学反应,相应的离子方程式正确的是

A. 侯氏制碱法中碳酸氢钠的制备:  $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{NH}_4^+$



8. 金属元素的单质和化合物在日常生产和生活中有广泛的应用, 其中涉及的化学知识正确的是

A. 加入稀硝酸酸化的 KSCN 溶液检验菠菜中的铁元素

B. 火灾现场存放大量的钠, 应立即用泡沫灭火器灭火

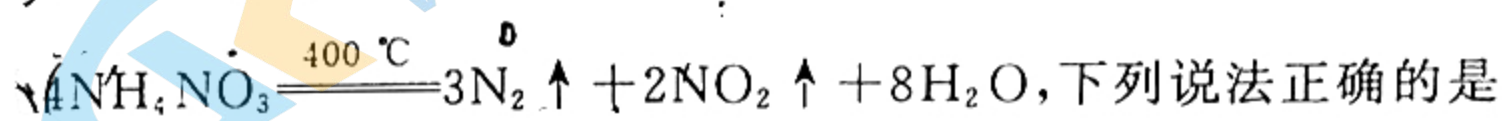
C. 用覆铜板制作印刷电路板可以用  $\text{FeCl}_2$  溶液作为“腐蚀剂”

D. 厨房中使用的小苏打易吸水结块, 不可用作清洁剂

9. 在给定条件下, 下列粒子组在溶液中能否大量共存及对应的判断和分析均正确的是

选项	粒子组	判断和分析
A	$\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SCN}^-$ 、 $\text{NH}_3$	不能大量共存, 因发生反应 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
B	$\text{NH}_4^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$	能大量共存
C	$\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{OH}^-$	能大量共存
D	$\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_2$	不能大量共存, 因发生反应 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$

10. 硝酸铵受热易分解, 温度不同, 分解产物也不同, 温度加热到  $400^\circ\text{C}$  以上易发生爆炸, 反应为



A.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  中的阳离子发生还原反应

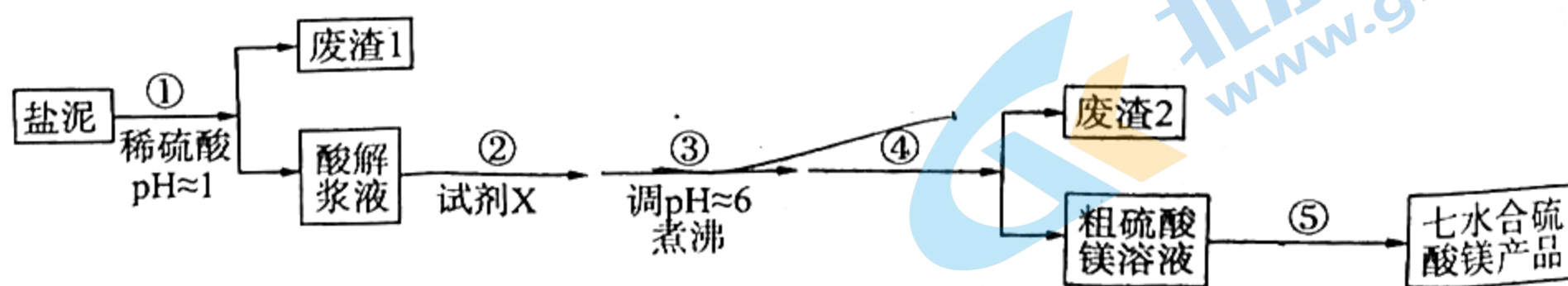
B. 该反应的氧化产物为  $\text{N}_2$ , 还原产物为  $\text{NO}_2$

C. 反应生成  $22.4\text{ L N}_2$ , 转移电子  $4\text{ mol}$

D. 氧化产物与还原产物的物质的量之比为  $2:3$

11. 一种利用含约 40% 的  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$  (含 +2 价、+3 价铁等杂质) 的“盐泥”制取七水合硫酸镁的工艺流程如下:

酸镁的工艺流程如下:



已知:  $\text{CaSO}_4$  的溶解度随温度升高而降低; 固液过滤分离  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  比  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  效果好。

下列说法错误的是

A. 步骤①的具体操作为过滤

B. 试剂 X 可以选用  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 发生反应  $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 步骤④采用趁热过滤可以提高产物产率和纯度

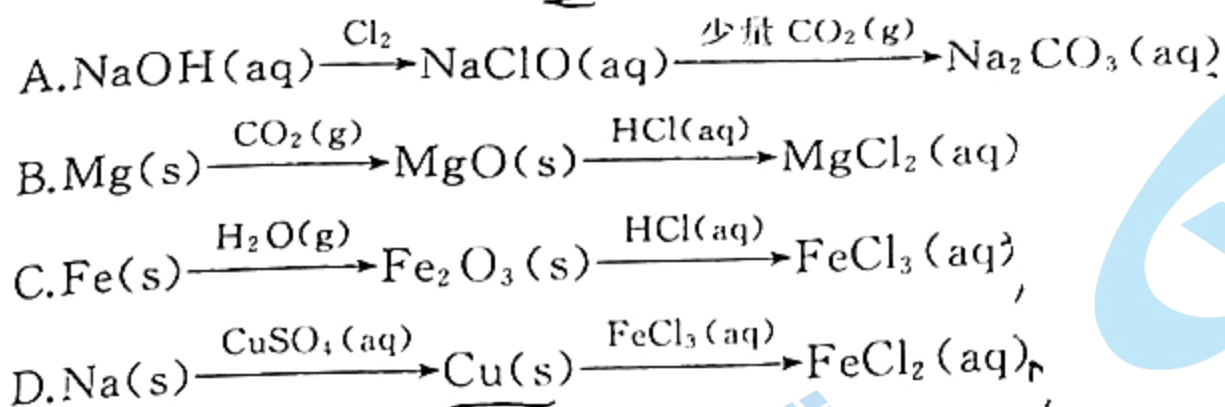
D. 滤渣 1 和滤渣 2 成分相同, 可以用作建筑材料

12.  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列叙述错误的是

A. 标准状况下,  $4.48\text{ L Cl}_2$  与足量  $\text{NaOH}$  常温反应转移的电子数为  $0.2N_A$

- B. 8.0 g  $\text{Cu}_2\text{S}$  和  $\text{CuO}$  的混合物中含有铜离子数目为  $0.1N_A$   
 C. 120 g  $\text{NaHSO}_4$  晶体中含有的阳离子数为  $2N_A$   
 D. 10 L 0.01 mol/L 的  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  溶液中含氮微粒数目为  $0.2N_A$

13. 下列选项所示的物质间转化均能实现的是



14. 下列说法正确的是

A. 某气体 X 相对氢气的密度是 16, 则该气体的摩尔质量为 32

B.  $V$  L  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$  溶液中含  $a$  g  $\text{SO}_4^{2-}$ , 取此溶液  $\frac{V}{2}$  L 用水稀释为  $5V$  L, 则稀释后溶液中  $c(\text{NH}_4^+)$  为  $\frac{a}{960V}$  mol/L (不考虑水解)

C. 常温常压下, 同质量的气体 X 和气体 Y, 体积  $V(X) > V(Y)$ , 则摩尔质量  $M(X) < M(Y)$

D.  $m$  g 气体 Y 含分子数为  $b$ , 则  $n$  g 该气体在标准状况下体积为  $(N_A$  为阿伏伽德罗常数的值)  $\frac{22.4mb}{nN_A}$  L

15. 已知锰的氧化物与硝酸可发生如下反应, 反应 I:  $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{HNO}_3(\text{稀}) = \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , 反应 II:  $\text{MnO} + 2\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{MnO}_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 则下列推断正确的是

A. 由反应 I 可知, 与  $\text{MnO}_2$  相比  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  与浓盐酸反应制备氯气的条件更苛刻

B. 由反应 I、II 可知氧化性:  $\text{HNO}_3(\text{浓}) > \text{HNO}_3(\text{稀}) > \text{MnO}_2$

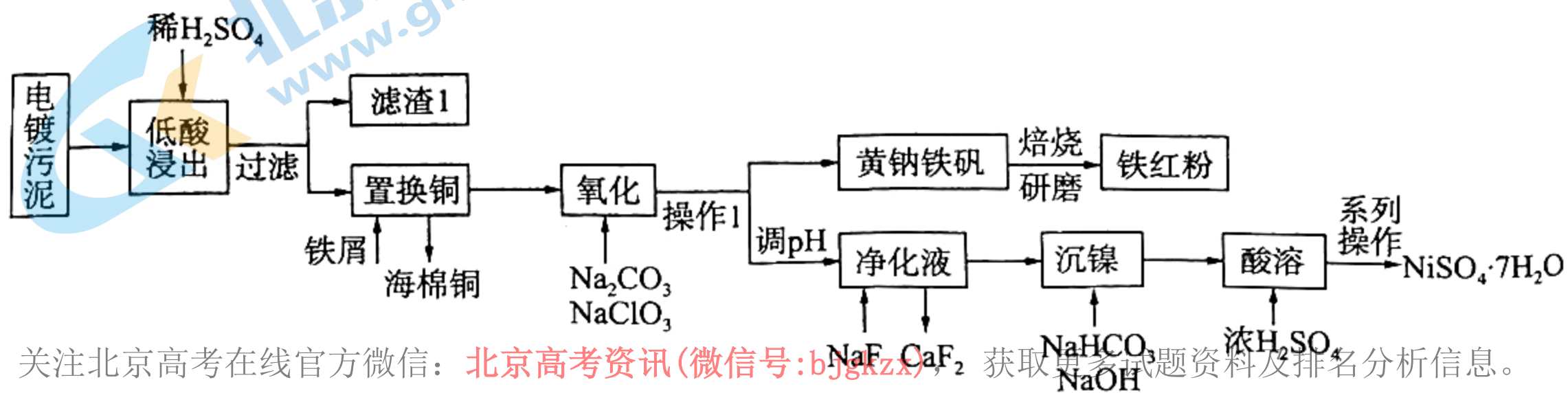
C.  $\text{MnO}$  可以与稀硝酸发生反应:  $3\text{MnO} + 2\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{MnO}_2 + 2\text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

D. 将  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  看作  $\text{MnO} \cdot \text{Mn}_2\text{O}_3$ , 可发生反应  $\text{Mn}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) = 2\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

## 二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 61 分。

16. (13 分) 对电镀污泥(含 Cu、Ca、Ni、Fe 的氢氧化物)进行无害化和资源化处理, 从其中回收金属、并制备硫酸镍的工艺流程如下图所示:

已知: 氯酸不稳定, 易发生歧化反应, 可生成  $\text{ClO}_2$  气体。



(1)“低酸浸出”工序提高浸出率的措施为\_\_\_\_\_ (只写一条即可),实验室配制 500 mL 1.84 mol/L 该低酸溶液应量取质量分数为 98%,密度为 1.84 g/cm<sup>3</sup> 的浓硫酸 \_\_\_\_\_ mL。

(2)“氧化”工序中被氧化的元素为\_\_\_\_\_ (填元素符号),“氧化”工序中加入试剂 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 调 pH 的原因为\_\_\_\_\_ (结合离子方程式解释原因),写出氧化工序生成黄钠铁矾[Na<sub>2</sub>Fe<sub>6</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>12</sub>]的离子方程式\_\_\_\_\_。

(3)控制净化液的 pH 不能过低,否则会导致 CaF<sub>2</sub> 沉淀不完全,原因为\_\_\_\_\_ [K<sub>sp</sub>(CaF<sub>2</sub>)=5.3×10<sup>-9</sup>,K<sub>a</sub>(HF)=6.3×10<sup>-4</sup>]。

(4)酸溶后的“系列操作”为\_\_\_\_\_、过滤、洗涤、干燥,该结晶工序得到的废液可以返回 \_\_\_\_\_ 工序循环利用。

17.(12分)某含钒废渣饼主要含 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Fe(II)V<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、VOSO<sub>4</sub>、Fe(II)Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>,常采用酸浸还原后直接萃取的方法回收钒,或者采用碱浸氧化后直接离子交换法同时回收钒和铬,从而达到变废为宝的目的。

(1)酸浸还原后直接萃取的方法回收钒:

①已知萃取剂 P204 在实验条件下对 VO<sup>2+</sup> 具有高选择性,对 Fe<sup>3+</sup> 也有一定萃取能力但不萃取 Cr<sup>3+</sup>,则酸浸还原时选用还原剂 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 的目的是将 +6 价 Cr 还原得到 Cr<sup>3+</sup>、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

②已知实际生产中酸浸还原后仍会存在少量的 Fe<sup>3+</sup>,萃取时发生的反应为:VO<sup>2+</sup> + (HR<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2(O)</sub>  $\xrightleftharpoons[\text{反萃取}]{\text{萃取}}$  VO(R<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2(O)}</sub> + 2H<sup>+</sup>,沉淀絮凝物对 VO<sup>2+</sup> 有一定的吸附能力,待萃

液初始 pH 对 VO<sup>2+</sup> 萃取率的影响如图 1,则最佳 pH 条件为 \_\_\_\_\_ (填序号);

A.1.0                      B.1.5                      C.2.2                      D.2.5

萃取率出现如图所示趋势的原因为\_\_\_\_\_。

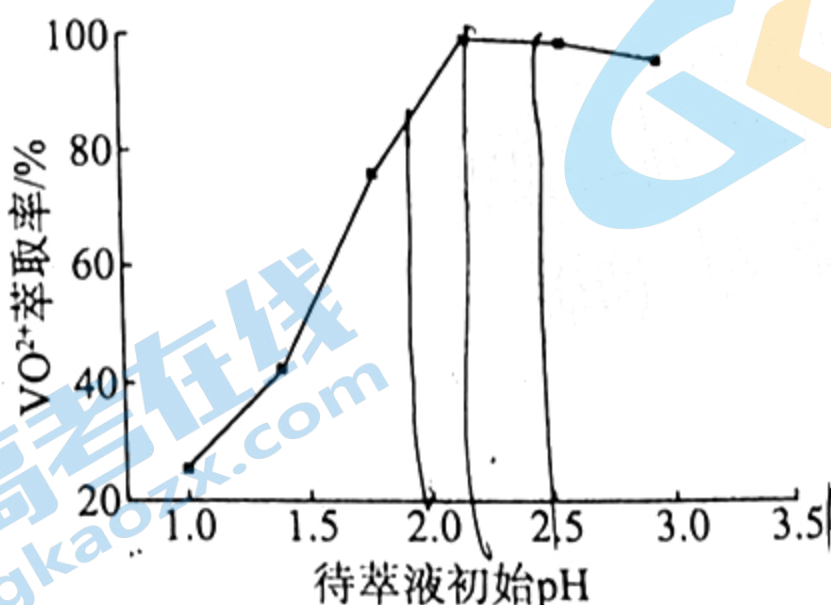


图 1 待萃液初始 pH 对 VO<sup>2+</sup> 萃取率的影响

(2)碱浸氧化后直接离子交换法同时回收钒和铬:

①V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为两性氧化物,偏酸性,在强碱性介质溶液中易溶解生成钒酸盐(VO<sub>4</sub><sup>3-</sup>),该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②碱浸氧化时选用 NaOH/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Fe(II)Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 被氧化得到的氧化产物为 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和\_\_\_\_\_。

$\text{Na}_2\text{CrO}_4$ , 写出该反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_

③“碱浸氧化”过程在通电条件下进行, 更有利于  $\text{VOSO}_4$  中  $\text{V(IV)}$  的浸出和  $\text{V(IV)}$  的氧化, 电碱浸氧化机理如图 2。

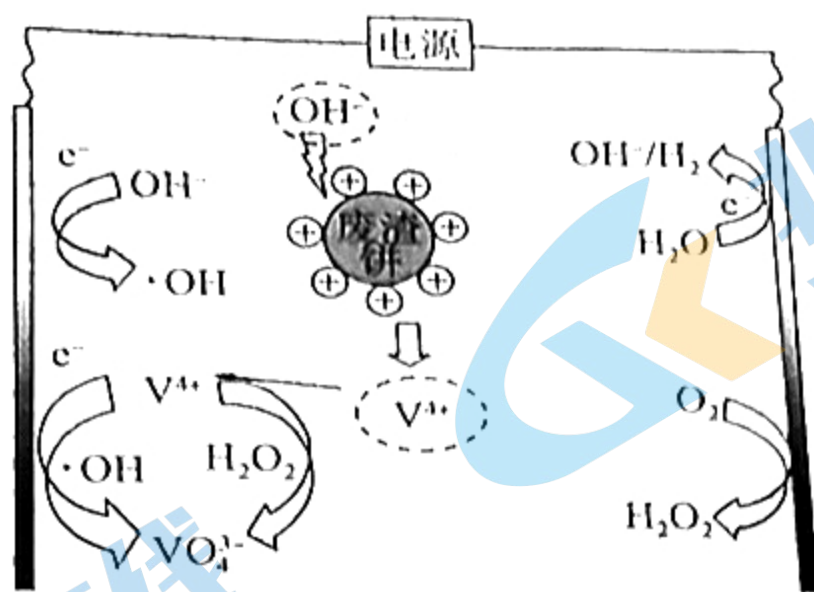


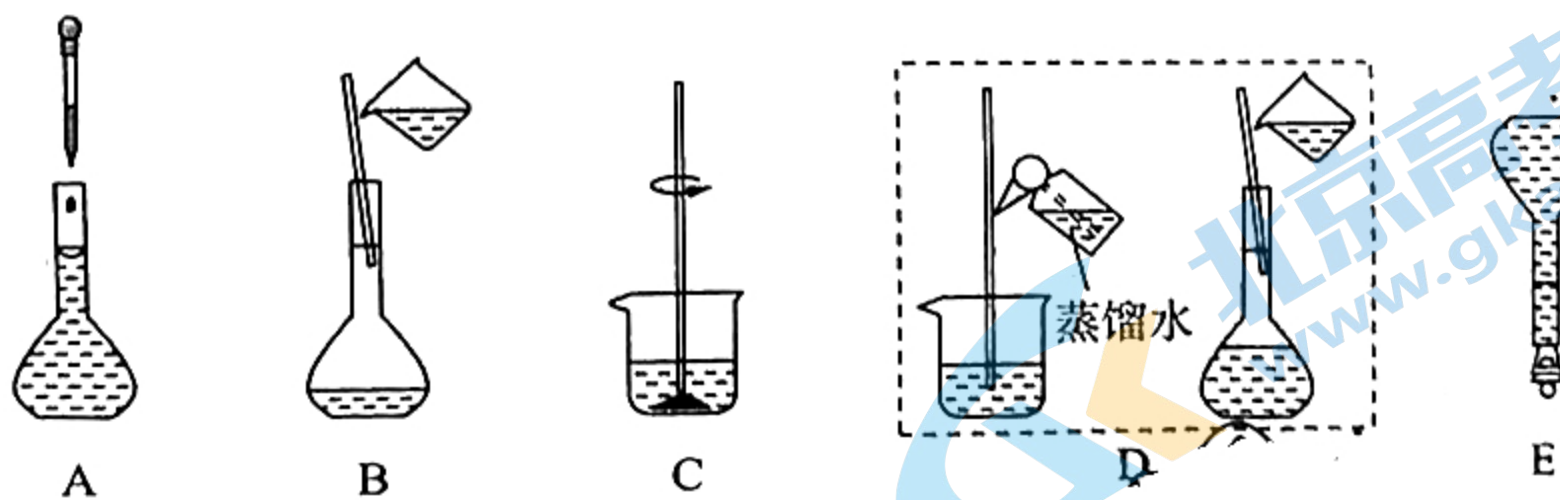
图 2 电碱浸氧化, 浸出  $\text{VOSO}_4$  中的  $\text{V(IV)}$

则  $\text{VOSO}_4$  中  $\text{V(IV)}$  的浸出和  $\text{V(IV)}$  被氧化成  $\text{VO}_4^{3-}$  的过程为: 一是  $\text{H}_2\text{O}$  生成了  $\text{OH}^-$ , 有利于使  $\text{V(IV)}$  从废渣饼中浸出; 二是 \_\_\_\_\_

18. (11 分) 根据要求, 回答下列问题:

I. 硝酸银 ( $\text{AgNO}_3$ ) 标准溶液可用作测定卤素含量的滴定剂。实验室要配制 480 mL 0.100 0 mol/L  $\text{AgNO}_3$  标准溶液, 回答下列问题:

- (1) 配制该溶液所需仪器除天平、烧杯、量筒、玻璃棒外, 还必须用到的玻璃仪器有 \_\_\_\_\_。
- (2) 用分析天平(读数精度为 0.000 1 g)称取硝酸银 ( $\text{AgNO}_3$ ) 固体质量为 \_\_\_\_\_ g。
- (3) 称量后, 按如下实验步骤进行实验, A~E 正确的实验顺序为 \_\_\_\_\_ (填字母)。



(4) 配制过程中, 下列情况会使配制结果偏低的是 \_\_\_\_\_ (填序号)。

- ① 转移前, 容量瓶内有蒸馏水
- ② 移液时, 未洗涤烧杯和玻璃棒
- ③ 移液时, 烧杯中的溶液不慎洒到容量瓶外
- ④ 定容后经振荡、摇匀、静置, 发现液面低于刻度线, 再补加蒸馏水至刻度线
- ⑤ 定容时俯视刻度线

II. 通过佛尔哈德返滴定法, 用上述配制的  $\text{AgNO}_3$  标准溶液测定碘化钠待测液中 I 元素的含量, 实验步骤如下:

- ① 取 10 mL 碘化钠待测液于锥形瓶中, 加稀硝酸至溶液显酸性;

关注北京高考在线官方微信: 北京高考资讯(微信号:bjgkzx) 获取更多试题资料及排名分析信息。

②向锥形瓶中加入 0.100 0 mol/L 的  $\text{AgNO}_3$  溶液 50.00 mL, 使  $\text{I}^-$  完全沉淀;

③滤去  $\text{AgI}$  沉淀, 并用稀  $\text{HNO}_3$  洗涤沉淀, 洗涤液并入滤液中;

④加入 2~3 滴铁铵矾  $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$  指示剂, 用 0.200 0 mol/L  $\text{NH}_4\text{SCN}$  标准溶液返滴定过量  $\text{Ag}^+$  至终点, 记下所用体积为 10.00 mL。

已知:  $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN} \downarrow$  (白色沉淀)

ii 达到化学计量点时, 微过量的  $\text{NH}_4\text{SCN}$  与  $\text{Fe}^{3+}$  生成红色  $(\text{FeSCN})^{2+}$ ;  $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons (\text{FeSCN})^{2+}$  (红色)

(1) 步骤④中指示剂必须在加入过量的  $\text{AgNO}_3$  后加入的原因是: \_\_\_\_\_

(用离子方程式表示)。

(2) 碘化钠待测液中  $c(\text{I}^-) =$  \_\_\_\_\_ mol/L。

19. (12 分) 氯化亚铜 ( $\text{CuCl}$ ) 可用作有机合成催化剂、杀菌剂、媒染剂、脱色剂等, 用途广泛。回答下列问题:

已知: ①  $\text{CuCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuOH} + \text{HCl}$  ②  $4\text{CuCl} + 4\text{HCl}(\text{浓}) + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

I. 实验室采用  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  还原  $\text{CuCl}_2$  的方法制备  $\text{CuCl}$ , 主要流程如图 1 所示:

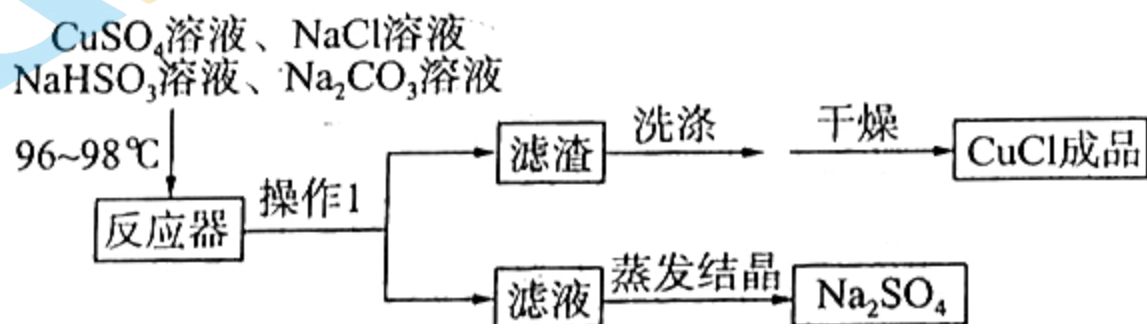


图1

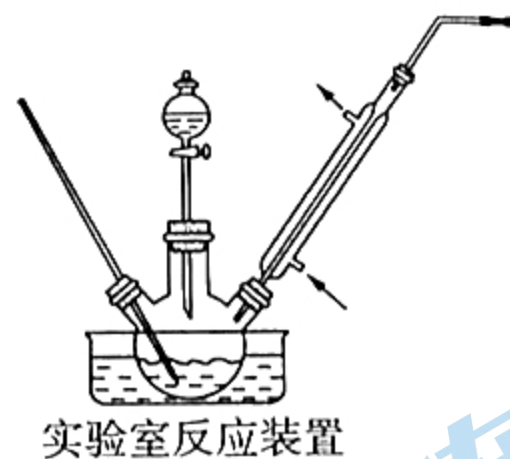
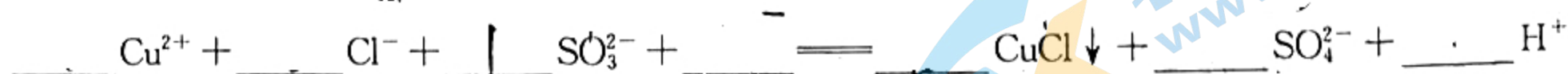
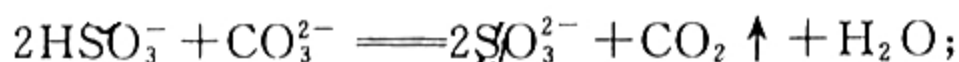


图2

(1) 上述方法制备  $\text{CuCl}$  涉及的离子方程式为:



(配平该离子方程式)。

(2) 实验室反应装置中的加热方式采用油浴, 不使用热水浴, 原因是 \_\_\_\_\_

(3) 将  $\text{CuCl}$  沉淀先用 \_\_\_\_\_ (填字母) 洗涤 3~5 次, 再用乙醇边洗涤边进行减压过滤, 用乙醇作洗涤剂的目的是 \_\_\_\_\_。

a.  $\text{H}_2\text{O}$

b. 稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$

c. 浓盐酸

II. 铈量法测定氯化亚铜 ( $\text{CuCl}$ ) 的含量

称取 0.250 0 g  $\text{CuCl}$  试样, 置于预先放有 50 粒玻璃球和 10 mL 0.5 mol/L  $\text{FeCl}_3$  溶液 (过量) 的 250 mL 锥形瓶中, 不断摇动, 待试样溶解充分反应后, 加 50 mL 水、2 滴邻菲罗琳指示剂, 立即用 0.01 mol/L  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  标准溶液滴定, 颜色由红变绿时即为终点, 消耗  $V$  mL。

(4)  $\text{CuCl}$  被  $\text{FeCl}_3$  溶液氧化的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(5) 滴定操作中盛放  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  标准溶液使用的仪器是\_\_\_\_\_。

(6) 滴定过程中发生氧化还原反应:  $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} = \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$ , 计算样品中  $\text{CuCl}$  质量分数的表达式为\_\_\_\_\_ (用含  $V$  的式子表示)。

(7) 判断下列情况对  $\text{CuCl}$  含量测定结果的影响(填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

①若滴定开始时仰视滴定管刻度读数, 则测定结果\_\_\_\_\_。

②若滴定前后读数都正确, 但滴定前有气泡, 而滴定后气泡消失, 则测定结果\_\_\_\_\_。

20. (13分) 某班同学用如下实验探究  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{Fe}^{3+}$  的转化, 回答下列问题:

(1) 实验 I:  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}^{2+}$

实验步骤及现象: 甲组同学将少量铜粉加入 1 mL 0.1 mol/L  $\text{FeCl}_3$  溶液中, 观察到铜粉消失, 溶液黄色变浅, 加入蒸馏水后无明显现象; 乙组同学将过量铜粉加入 1 mL 0.1 mol/L  $\text{FeCl}_3$  溶液中, 观察到铜粉有剩余, 溶液黄色褪去, 加入蒸馏水后出现白色沉淀; 丙组同学将过量铜粉加入 1 mL 0.05 mol/L  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液中, 观察到铜粉有剩余, 溶液黄色褪去, 变成蓝色, 加入蒸馏水后无白色沉淀。

①分别取三组实验反应后的溶液于三支试管中\_\_\_\_\_ (填操作步骤以及现象), 证明生成了  $\text{Fe}^{2+}$ ; 分析三组实验结果, 实验中均发生的反应离子方程式为\_\_\_\_\_。

②对比三组实验, 说明加入蒸馏水后沉淀的产生与\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 有关。

③向丙组实验后的溶液中加入饱和  $\text{NaCl}$  溶液可能出现的现象为\_\_\_\_\_。

④丙组在检验反应后的溶液中是否存在  $\text{Fe}^{3+}$  时, 取反应后上层清液于试管中, 滴加 3 滴  $\text{KSCN}$  溶液, 结果出现白色沉淀。查阅资料: i.  $\text{SCN}^-$  的化学性质与  $\text{I}^-$  相似,  $\text{CuSCN}$  为白色固体; ii.  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI}(\text{白色}) \downarrow + \text{I}_2$ 。写出该实验中出现白色沉淀的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 实验 II:  $\text{Fe}^{2+}$  转化为  $\text{Fe}^{3+}$

实验步骤及现象: 向 3 mL 0.1 mol/L  $\text{FeSO}_4$  溶液中加入稍过量稀硝酸, 溶液变为棕色, 放置一段时间后, 棕色消失, 溶液变为黄色。已知  $\text{Fe}^{2+} + \text{NO} = \text{Fe}(\text{NO})^{2+}$  (棕色)。

⑤使用的  $\text{FeSO}_4$  溶液中存在少量铁屑, 其目的是\_\_\_\_\_。

⑥实验中产生  $\text{NO}$  的原因为\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。

(3) 实验 III:  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{Fe}^{3+}$  相互转化

实验步骤及现象: 将  $\text{SO}_2$  通入足量  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  溶液中, 溶液由棕黄色变为浅绿色, 但立即又变为棕黄色, 此时若滴入  $\text{BaCl}_2$  溶液, 则会生成白色沉淀。将产生的白色沉淀经过滤、洗涤、干燥后称量其质量为 6.99 g, 则整个实验中产生的气体(假设只生成一种气体, 该气体遇空气变为红棕色)在标准状况下体积为\_\_\_\_\_。

关注北京高考在线官方微信: 北京高考资讯(微信号:bjgkzx), 获取更多试题资料及排名分析信息。



## 化学参考答案及评分意见

1.A 【解析】黄色的钠云是因为钠元素的焰色为黄色导致的, A 项错误; 钠钾合金常温下是液态, 能对流, 有大量自由电子, 也可以导热, 这两种导热方式效率都很高, 所以钠钾合金可用于原子反应堆作导热剂, B 项正确; 过氧化钠与  $\text{CO}_2$  反应生成氧气, 可作为航天飞船中宇航员的供氧剂, C 项正确; 利用金属钠通过热还原法可以制备航天用金属钛, D 项正确。

2.B 【解析】 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ , 为非氧化还原反应, A 项错误; 补铁剂中铁存在形式为  $\text{Fe}^{2+}$ , 加入维生素 C 可以起到抗氧化作用, 利用了氧化还原反应, B 项正确; 纯碱、石灰石和石英砂为原料, 制玻璃(主要成分为  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 、 $\text{CaSiO}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ ), 发生了非氧化还原反应, C 项错误; 氯化铵溶液水解显酸性, 可以与  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  发生非氧化还原反应, D 项错误。

3.D 【解析】 $\text{NH}_3$  溶于水能导电, 是因为  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  是电解质,  $\text{NH}_3$  是非电解质, A 项错误;  $\text{CaCO}_3$  在水中溶解度很小, 但溶于水的部分是完全电离的, 故  $\text{CaCO}_3$  是强电解质, B 项错误; 明矾净水的原理是形成氢氧化铝胶体, 吸附水中的杂质一起凝聚而沉降, 本身不具有强的氧化性, 故不能除去细菌, C 项错误; 富勒烯、碳纳米管、石墨烯均是由碳元素组成的结构不同的单质, 互为同素异形体, D 项正确。

4.B 【解析】重水的分子式为  $\text{D}_2\text{O}$ , A 项错误;  $\text{PH}_3$  的结构式为  $\begin{array}{c} \text{H}-\text{P}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ , B 项正确;  $^{17}\text{O}$  的原子结构示意图为  $\left( +8 \right) \begin{array}{c} 2 \\ 6 \end{array}$ , C 项错误;

题干中提到  $\text{AlP}$  分子得知  $\text{AlP}$  为共价化合物, 分子中不存在阴阳离子, D 项错误。

5.C 【解析】焰色试验属于物理变化, A 项错误; ETFE 膜是一种合成有机高分子材料, B 项错误; 碳常温下化学性质稳定, 使用炭黑为原料的墨汁相对稳定, 可保持不褪色, C 项正确; 传统爆炸粉为黑火药, 其主要成分为木炭、硫磺、 $\text{KNO}_3$ , D 项错误。

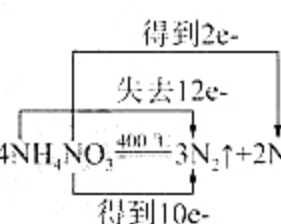
6.C 【解析】 $\text{K}_2\text{FeO}_4$  中 Fe 为 +6 价, 具有强氧化性可用于饮用水的消毒, 得到的还原产物为  $\text{Fe}^{3+}$ , 形成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体吸附净水, A 项正确;  $\text{Fe}^{2+}$  具有强的还原性, 为了防止生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  被氧化, 关键是隔绝空气, B 项正确;  $\text{e-Fe}_2\text{O}_3$  不能一步反应到  $\text{d-Fe}(\text{OH})_3$ , C 项错误; 向溶液 f 中加入  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 则  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化生成  $\text{Fe}^{3+}$ , 同时  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和水反应生成的  $\text{NaOH}$  与  $\text{Fe}^{3+}$  生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  红褐色沉淀, D 项正确。

7.D 【解析】侯氏制碱法的反应原理为  $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ , 离子方程式为  $\text{Na}^+ + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$ , A 项错误;  $\text{Fe}^{3+}$  具有氧化性, 氢氧化铁胶体中滴加氢碘酸的离子方程式为  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ , B 项错误; 氢氧化铝不溶于氨水, 硫酸铝溶液中滴加过量氨水的离子方程式为  $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ , C 项错误; 澄清石灰水中加入过量的小苏打溶液时, 澄清石灰水少量已消耗完,  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{OH}^-$  满足化学式中的计量比 1:2, 故反应的离子方程式为  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ , D 项正确。

8.A 【解析】稀硝酸具有氧化性, 将菠菜中的铁元素氧化成三价铁, 用  $\text{KSCN}$  溶液检验, A 项正确; 钠燃烧生成过氧化钠, 过氧化钠会与泡沫灭火器中的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  反应产生  $\text{O}_2$  助燃, 火势更猛, 所以不可以用泡沫灭火器灭火, B 项错误; 印刷电路板发生  $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$  反应, 应利用  $\text{FeCl}_3$  溶液作为“腐蚀液”, C 项错误; 厨房中使用的小苏打为  $\text{NaHCO}_3$ , 水解显碱性, 可用作清洁剂, D 项错误。

9.B 【解析】 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ , 不能大量共存, A 项错误;  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  能大量共存, B 项正确;  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{OH}^-$  发生反应  $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ , 不能大量共存, C 项错误;  $\text{Fe}^{3+}$  氧化  $\text{SO}_2$  生成的  $\text{SO}_4^{2-}$  与  $\text{Ba}^{2+}$  不能大量共存, D 项错误。

10.D 【解析】利用双线桥表示该分解反应的电子转移情况  $4\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{400^\circ\text{C}} 3\text{N}_2 \uparrow + 2\text{NO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。  $\text{NH}_4^+$  中 N 元素为 -3 价, 失电子被氧化成  $\text{N}_2$  中 0 价的 N, 发生氧化反应, A 项错误;  $\text{NO}_3^-$  中 +5 价的 N 元素得电子一部分被还原为  $\text{NO}_2$  中 +4 价的 N, 一部分被还原为  $\text{N}_2$  中 0 价的 N, 故氧化产物为  $\text{N}_2$ , 还原产物为  $\text{N}_2$  和  $\text{NO}_2$ , B 项错误; 生成标准状况下 22.4 L  $\text{N}_2$ , 即 1 mol  $\text{N}_2$  转移电子  $\frac{12}{3} = 4$  mol, 题



中未指明标况,无法计算,C项错误;当4 mol 硝酸铵分解时,得到氧化产物2 mol  $N_2$ ,还原产物1 mol  $N_2$ 和2 mol  $NO_2$ ,氧化产物与还原产物的物质的量之比为 $2:(1+2)=2:3$ ,D项正确。

11.D 【解析】步骤①是分离固体和液体,则具体操作为过滤,A项正确;试剂X可以选用 $H_2O_2$ ,发生反应 $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ = 2Fe^{3+} + 2H_2O$ ,将 $Fe^{2+}$ 转化为 $Fe^{3+}$ ,步骤③使 $Fe^{3+}$ 转化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀,析出 $CaSO_4$ 固体,B项正确;步骤④采用趁热过滤降低 $CaSO_4$ 的溶解,减少 $MgSO_4$ 的析出损失,提高产物产率和纯度,C项正确;滤渣1为 $CaSO_4$ ,滤渣2为 $Fe(OH)_3$ 和 $CaSO_4$ ,D项错误。

12.C 【解析】 $Cl_2$ 与足量NaOH溶液在常温下反应生成氯化钠和次氯酸钠,1 mol  $Cl_2$ 转移1 mol 电子,标准状况下4.48 L  $Cl_2$ 即0.2 mol,故标准状况下4.48 L  $Cl_2$ 与足量NaOH常温反应转移的电子数为 $0.2N_A$ ,A项正确;8.0 g  $Cu_2S$ 和CuO的混合物中含有铜离子数目为 $0.1N_A$ ,B项正确;120 g  $NaHSO_4$ 晶体即1 mol  $NaHSO_4$ ,含有的阳离子数为 $N_A$ ,C项错误;10 L 0.01 mol/L的 $NH_4NO_3$ 溶液中溶质为0.1 mol,含氮微粒数目为0.2 mol即 $0.2N_A$ ,D项正确。

13.B 【解析】由于酸性: $H_2CO_3 > HClO > HCO_3^-$ ,故无论 $CO_2$ 是过量还是少量,产物均为 $NaHCO_3$ , $NaClO + CO_2 + H_2O = HClO + NaHCO_3$ ,A项错误; $2Mg + CO_2 \xrightarrow{\Delta} 2MgO + C$ , $MgO + 2HCl = MgCl_2 + H_2O$ ,B项正确; $3Fe + 4H_2O(g) \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4 + 4H_2$ ,C项错误;Na与 $CuSO_4$ 溶液反应, $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \uparrow$ , $2NaOH + CuSO_4 = Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$ ,Na不会直接与 $CuSO_4$ 溶液发生置换反应,D项错误。

14.C 【解析】摩尔质量的单位为g/mol,A项错误;原溶液中 $c(SO_4^{2-}) = \frac{a}{96V}$  mol/L,稀释后 $c(SO_4^{2-}) = \frac{a}{960V}$  mol/L, $c(NH_4^+) = \frac{1}{2}c(SO_4^{2-}) = \frac{1}{2} \times \frac{a}{960V}$  mol/L,B项错误;常温常压下 $V(X) > V(Y)$ ,则物质的量 $n(X) > n(Y)$ ,气体X和气体Y的质量相同,则摩尔质量 $M(X) < M(Y)$ ,C项正确; $m$  g 气体Y含分子数为 $b$ ,则摩尔质量 $M(Y) = \frac{mN_A}{b}$  g/mol, $n$  g 该气体的物质的量为 $\frac{nb}{mN_A}$  mol,则体积为 $\frac{22.4nb}{mN_A}$  L,D项错误。

15.D 【解析】由反应I可知 $Mn_2O_3$ 的氧化性大于 $MnO_2$ , $Mn_2O_3$ 与浓盐酸反应制备氯气的条件更容易,A项错误;反应I为锰元素自身的歧化反应,稀 $HNO_3$ 并未将 $Mn^{2+}$ 氧化为 $MnO_2$ ,故说明稀 $HNO_3$ 氧化性小于 $MnO_2$ ,反应II浓 $HNO_3$ 将 $MnO$ 氧化为 $MnO_2$ ,说明浓 $HNO_3$ 氧化性大于 $MnO_2$ ,B项错误;由反应I可知稀硝酸不能将+2价Mn氧化为 $MnO_2$ ,C项错误; $Mn_3O_4$ 中Mn(II)和Mn(III)含量比值为1:2,由反应I可知三价锰在酸性条件下可发生歧化反应生成 $Mn^{2+}:MnO_2=1:1$ ,则反应方程式为 $Mn_3O_4 + 4HNO_3(稀) = 2Mn(NO_3)_2 + MnO_2 + 2H_2O$ ,D项正确。

16.(13分)

(1)升高温度(合理即可)(1分) 50(2分)

(2)Fe (1分) 防止酸性条件下 $ClO_3^-$ 发生歧化反应: $3ClO_3^- + 2H^+ = ClO_4^- + 2ClO_2 \uparrow + H_2O$ (2分)

$2Na^+ + 6Fe^{2+} + ClO_3^- + 4SO_4^{2-} + 6H_2O + 3CO_3^{2-} = Na_2Fe_6(SO_4)_4(OH)_{12} \downarrow + Cl^- + 3CO_2 \uparrow$ (2分)

(3)pH偏低形成HF,导致溶液中 $F^-$ 浓度减少, $CaF_2$ 沉淀不完全(2分)

(4)蒸发浓缩、冷却结晶(2分) 低酸浸出(1分)

【解析】(1)提高浸出率的措施为升高温度、搅拌等。根据 $c = \frac{1000\rho\omega}{M}$ 可知,浓硫酸的物质的量浓度为18.4 mol/L,再根据

$c(浓) \cdot V(浓) = c(稀) \cdot V(稀)$ ,可知应量取浓硫酸50 mL。

(2)“置换铜”工序中铁与铜发生置换反应生成 $Fe^{2+}$ , $Na_2Fe_6(SO_4)_4(OH)_{12}$ 中Fe元素化合价为+3价,故“氧化”工序中被氧化的元素为Fe, $NaClO_3$ 为氧化剂,根据已知信息,若溶液pH太低, $ClO_3^-$ 会与氢离子结合生成氯酸发生自身歧化反应,降低利用率,离子方程式为 $3ClO_3^- + 2H^+ = ClO_4^- + 2ClO_2 \uparrow + H_2O$ ;氧化工序生成 $Na_2Fe_6(SO_4)_4(OH)_{12}$ 的离子方程式为 $2Na^+ + 6Fe^{2+} + ClO_3^- + 4SO_4^{2-} + 6H_2O + 3CO_3^{2-} = Na_2Fe_6(SO_4)_4(OH)_{12} \downarrow + Cl^- + 3CO_2 \uparrow$ 。

(3)pH偏低形成HF,导致溶液中 $F^-$ 浓度减少, $CaF_2$ 沉淀不完全。

(4)浓硫酸溶解得到硫酸镍溶液,由硫酸镍溶液经“系列操作”得到  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，“系列操作”为蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥,该工序得到的废液中含有稀硫酸,可以返回低酸浸出工序循环利用。

17.(12分)

(1)①将+5价V还原得到  $\text{VO}^{2+}$  (2分) 防止+2价Fe被氧化(2分)

②C(1分)  $\text{pH} < 2.2$  时  $c(\text{H}^+)$  减小,有利于萃取反应正向进行,  $\text{VO}^{2+}$  萃取率增大,  $\text{pH} > 2.2$  时待萃液中产生  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀絮凝物吸附  $\text{VO}^{2+}$ ,导致  $\text{VO}^{2+}$  萃取率降低(2分)

(2)①  $\text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{VO}_4^{3-} + 3\text{H}_2\text{O}$  (2分) ②  $2\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 8\text{NaOH} + 7\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3 + 11\text{H}_2\text{O} + 4\text{Na}_2\text{CrO}_4$  (2分)

③  $\text{O}_2$  生成了  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{OH}^-$  生成了  $\cdot\text{OH}$ ,双氧水和  $\cdot\text{OH}$  均能将 V(IV) 氧化生成 V(V) (1分)

【解析】(1)①已知萃取剂 P204 在实验条件下对  $\text{VO}^{2+}$  具有高选择性,因此应将含钒废渣饼中 V(V) 还原得到  $\text{VO}^{2+}$ ,另外 P204 对  $\text{Fe}^{3+}$  也有一定萃取能力,加入  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  防止+2价Fe被氧化生成  $\text{Fe}^{3+}$ 。

②根据图1分析,  $\text{pH} = 2.2$  时  $\text{VO}^{2+}$  萃取率最大,萃取时发生的反应为:  $\text{VO}^{2+} + (\text{HR}_2\text{PO}_4)_{2(\text{O})} \xrightleftharpoons[\text{反萃取}]{\text{萃取}} \text{VO}(\text{R}_2\text{PO}_4)_{2(\text{O})} + 2\text{H}^+$ ,  $\text{pH}$  越大,  $c(\text{H}^+)$  减小,越有利于萃取反应正向进行,萃取率增大,当  $\text{pH}$  继续增大时,少量的  $\text{Fe}^{3+}$  形成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀絮凝物吸附  $\text{VO}^{2+}$ ,  $\text{VO}^{2+}$  萃取率降低。

(2)①  $\text{V}_2\text{O}_5$  为两性氧化物,强碱性介质溶液中易溶解生成钒酸盐( $\text{VO}_4^{3-}$ ),则离子方程式为  $\text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{VO}_4^{3-} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

②根据  $\text{Fe}(\text{II})\text{Cr}_2\text{O}_4$  被氧化得到的氧化产物为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,利用得失电子守恒配平方程式  $2\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 8\text{NaOH} + 7\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3 + 11\text{H}_2\text{O} + 4\text{Na}_2\text{CrO}_4$ 。

③根据图示2分析,  $\text{VO}_2\text{SO}_4$  中 V(IV) 的浸出和 V(IV) 被氧化成  $\text{VO}_4^{3-}$  的过程为:一是  $\text{H}_2\text{O}$  生成了  $\text{OH}^-$ ,有利于使 V(IV) 从废渣饼中浸出;二是  $\text{O}_2$  生成了  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{OH}^-$  生成了  $\cdot\text{OH}$ ,双氧水和  $\cdot\text{OH}$  均能将 V(IV) 氧化生成 V(V)。

18.(11分)

I.(1)500 mL 容量瓶、胶头滴管(2分)

(2)8.500 0(1分)

(3)CBDAE(2分)

(4)②③④(2分)

II.(1)  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$  (2分)

(2)0.300 0(2分)

【解析】(1)配制该溶液所需仪器除天平、烧杯、量筒、玻璃棒外,还必须用到的玻璃仪器有 500 mL 容量瓶、胶头滴管。

(2)用分析天平(读数精度为 0.000 1 g)称取硝酸银( $\text{AgNO}_3$ )固体质量为  $m = 0.100 0 \text{ mol/L} \times 0.5 \text{ L} \times 170 \text{ g/mol} = 8.500 0 \text{ g}$ 。

(3)称量后,进行如下实验步骤:溶解(恢复至室温)、移液、洗涤、定容、摇匀,则 A~E 正确的实验次序为 CBDAE。

(4)配制过程中,下列情况对配制结果的影响分别是:①转移前,容量瓶内有蒸馏水,不影响溶质的物质的量与溶液的体积,故对配制结果无影响;②移液时,未洗涤烧杯和玻璃棒,使得转移进入容量瓶的溶质偏少,溶液体积不受影响,故使得配制结果偏低;③移液时,烧杯中的溶液不慎洒到容量瓶外,使得转移进入容量瓶的溶质偏少,溶液体积不受影响,故使得配制结果偏低;④定容后经振荡、摇匀、静置,发现液面低于刻度线,再补加蒸馏水至刻度线,溶液体积偏大,故使得配制结果偏低;⑤定容时俯视刻度线,溶液体积偏小,故使得配制结果偏高。

II.(1)指示剂中有  $\text{Fe}^{3+}$ ,步骤④中必须在加入过量的  $\text{AgNO}_3$  后加入,否则  $\text{Fe}^{3+}$  将氧化  $\text{I}^-$  为  $\text{I}_2$  ( $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ),影响分析结果的准确度。

(2)碘化钠待测液中  $c(\text{I}^-) = \frac{0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L} - 0.200 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01 \text{ L}}{0.01 \text{ L}} = 0.300 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

19.(12分)

(1)2 2 1  $\text{H}_2\text{O}$  2 1 2(2分)

(2)反应温度接近水的沸点,油浴更易控温(1分)

(3)b(1分) 既能避免 CuCl 溶于水而造成的损耗,又能洗去晶体表面的杂质离子及水分,使 CuCl 更易干燥,防止其氧化和水解。(2分)

(4) $\text{CuCl} + \text{Fe}^{3+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^-$  (1分)

(5)酸式滴定管(1分)

(6) $\frac{0.01V \times 10^{-3} \times 99.5}{0.2500} \times 100\%$  (2分)

(7)①偏低(1分) ②偏高(1分)

【解析】(1)配平该离子方程式为: $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ 。

(2)由流程中信息可知反应温度为 96~98 °C,反应温度接近水的沸点(100 °C),油浴更易控温,故宜采用油浴加热。

(3)根据题中已知信息可知,CuCl 在水中易水解,故不宜用  $\text{H}_2\text{O}$  洗涤,在浓盐酸溶液中易与  $\text{O}_2$  反应,生成  $\text{CuCl}_2$ ,故沉淀应先用稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  洗涤 3~5 次,再用乙醇洗涤,乙醇作洗涤剂的目的既能避免 CuCl 溶于水而造成的损耗,又能洗去晶体表面的杂质离子及水分,使 CuCl 更易干燥,防止其氧化和水解。

(4)CuCl 难溶,则 CuCl 被  $\text{FeCl}_3$  溶液氧化的离子方程式为  $\text{CuCl} + \text{Fe}^{3+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^-$ 。

(5) $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  标准溶液具有氧化性,滴定操作中盛放使用的仪器是酸式滴定管。

(6) $\text{CuCl} \sim \text{Fe}^{2+} \sim \text{Ce}^{4+}$ ,则样品中 CuCl 的含量为  $\frac{0.01V \times 10^{-3} \times 99.5}{0.2500} \times 100\%$ 。

(7)①若滴定开始时仰视滴定管刻度读数,V 偏小,则测定结果偏低;②若滴定前后读数都正确,但滴定前有气泡,而滴定后气泡消失,V 偏大,则测定结果偏高。

20.(13分)

(1)①加入几滴  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液,出现蓝色沉淀(2分)  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$  (1分)

②铜粉的量(1分) 阴离子种类(1分)

③有白色沉淀生成(1分)

④ $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{SCN}^- = 2\text{CuSCN}(\text{白色}) \downarrow + (\text{SCN})_2$  (2分)

(2)⑤防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化(1分)

⑥ $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  (2分)

(3)0.448 L(2分)

【解析】(1)①检验  $\text{Fe}^{2+}$  的方法为:取少量反应后溶液于试管中,加入几滴  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液,若出现蓝色沉淀,则证明存在  $\text{Fe}^{2+}$ ;三组实验中铜粉均溶解,溶液黄色褪去,均发生反应  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ ;②对比三组实验控制变量,发现乙组相比甲组铜粉过量,乙组相比丙组阴离子不同,加入蒸馏水后出现白色沉淀,说明加入蒸馏水后沉淀的产生与铜粉的量 and 阴离子种类有关;③饱和  $\text{NaCl}$  溶液引入  $\text{Cl}^-$  则与乙组阴离子一致,可能出现白色沉淀;④根据给出的已知信息  $\text{SCN}^-$  与  $\text{Cu}^{2+}$  反应类比  $\text{I}^-$  与  $\text{Cu}^{2+}$  反应, $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{SCN}^- = 2\text{CuSCN}(\text{白色}) \downarrow + (\text{SCN})_2$ 。

(2)⑤制备的  $\text{FeSO}_4$  溶液中往往加入少量铁屑,其目的是防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化;⑥该实验中显然是  $\text{Fe}^{2+}$  被加入的稀硝酸氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,自身被还原为  $\text{NO}$ ,发生反应的离子方程式为  $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)由滴入  $\text{BaCl}_2$  溶液,会产生白色沉淀,可知具有还原性的  $\text{SO}_2$  通入  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  溶液中发生的氧化反应为  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ ,白色沉淀为  $\text{BaSO}_4$ ,溶液由黄色变为浅绿色,说明  $\text{Fe}^{3+}$  被还原得  $\text{Fe}^{2+}$ ,但立即又变黄色,说明生成的  $\text{Fe}^{2+}$  又被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,整个过程中相当于  $\text{NO}_3^-$  发生还原反应  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}$ ,根据得失电子守恒, $\text{SO}_2$  失去电子数等于  $\text{NO}_3^-$  得到电子数, $\text{SO}_2 \sim \text{BaSO}_4 \sim 2\text{e}^-$ , $\text{NO}_3^- \sim \text{NO} \sim 3\text{e}^-$ , $n(\text{BaSO}_4) = 0.03 \text{ mol}$ , $n(\text{e}^-) = 0.06 \text{ mol}$ , $n(\text{NO}) = 0.02 \text{ mol}$ ,则标准状况下  $V(\text{NO}) = 0.448 \text{ L}$ 。