

江苏省锡山高级中学 2022~2023 学年度第二学期期中考试

高一化学试卷(1-19 班)

(本试卷满分 100 分, 考试时间 75 分钟)

可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 N-14 O-16 Fe-56

一、单项选择题: (本题共 15 小题, 每小题 3 分, 共计 45 分。每题只有一个选项符合题意)

1. 《流浪地球 2》向观众展示了太空电梯、行星发动机、超级计算机 550W 等超前的科技幻想, 探讨了数字生命、人工智能等科技伦理问题。它们与化学有着密切联系, 下列说法不正确的是

- A. 我国“硅—石墨烯—锗高速晶体管”技术获重大突破, C、Si、Ge 都是主族元素
- B. 我国提出网络强国战略, 光纤线路总长超过三千万公里, 光纤的主要成分是 SiO_2
- C. 新型陶瓷碳化硅(SiC)可作耐高温结构材料
- D. 富勒烯、石墨烯都是含碳化合物

【答案】D

【解析】

【详解】A. C、Si、Ge 都是主族元素, 故 A 正确;

B. 光纤的主要成分是 SiO_2 , 故 B 正确;

C. 新型陶瓷碳化硅(SiC)可作耐高温结构材料, 故 C 正确;

D. 富勒烯和石墨烯都是碳元素的单质, 故 D 错误;

故选 D。

2. 下列反应属于氮的固定的是

- A. 氮气的液化
- B. 工业由氨制备氮肥
- C. Mg 在 N_2 中燃烧生成 Mg_3N_2
- D. 植物从土壤中吸收氮元素

【答案】C

【解析】

【详解】A. 氮气的液化过程中, 氮元素的 0 价态没有改变, 不属于氮的固定, A 不符合题意;

B. 工业由氨制备氮肥, 反应物不是氮气单质, 不属于氮的固定, B 不符合题意;

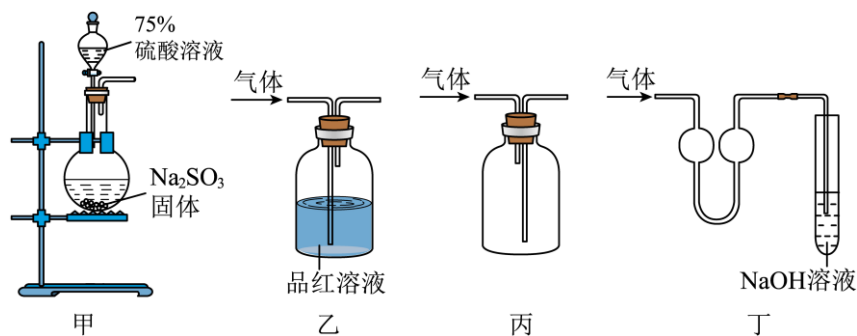
C. Mg 在 N_2 中燃烧生成 Mg_3N_2 , 氮元素由游离态转化为化合态, 属于氮的固定, C 符合题意;

D. 植物从土壤中吸收氮元素, 都是化合态氮的转化, 不属于氮的固定, D 不符合题意;

故选 C。

3. 用下列装置在实验室中进行二氧化硫的制取、检验、收集和尾气处理, 不能达到相应实验目的的是

()



- A. 用装置甲制取二氧化硫
B. 用装置乙检验二氧化硫的漂白性
C. 用装置丙收集二氧化硫
D. 用装置丁进行尾气处理

【答案】C

【解析】

【分析】75%硫酸和亚硫酸钠反应生成硫酸钠、二氧化硫；二氧化硫可使品红褪色；二氧化硫气体的密度比空气大；二氧化硫与氢氧化钠反应，且装置可防止倒吸。

【详解】实验室一般用 75%硫酸和亚硫酸钠反应制备二氧化硫，硫酸浓度不能太大或太小，故 A 能达到实验目的；二氧化硫具有漂白性，可使品红褪色，故 B 能达到实验目的； SO_2 密度大于空气，收集二氧化硫气体应“长进短出”，故 C 不能达到实验目的；二氧化硫与氢氧化钠反应，且装置可防止倒吸，故 D 能达到实验目的；选 C。

【点睛】本题考查化学实验方案的评价，涉及气体的制备、收集以及尾气处理等，把握装置的作用及物质性质为解答的关键，注意方案可操作性、可行性分析。

4. 下列物质中，不能由单质直接化合生成的是

① NO_2 ② FeS ③ SO_3 ④ H_2S ⑤ FeCl_2

- A. ①③⑤
B. ①②③⑤
C. ①②④⑤
D. 全部

【答案】A

【解析】

【详解】① N_2 和 O_2 化合生成 NO ，无法直接化合生成 NO_2 ，①符合题意；

② Fe 与 S 混合加热发生反应产生 FeS ，②不符合题意；

③ S 点燃与氧气发生反应产生 SO_2 ，③符合题意；

④氢气与硫单质加热反应生成 H_2S ，④不符合题意；

⑤由于氯气的氧化性很强，因此 Fe 与氯气发生反应产生 FeCl_3 ，⑤符合题意；

综上所述答案为 A。

5. 下列离子方程式正确的是

- A. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液与少量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应： $2\text{NH}_4^+ + 2\text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$

B. 用热的 NaOH 溶液溶解 S: $3S+4OH^{-}\xrightarrow{\Delta}2S^{2-}+SO_2\uparrow+2H_2O$

C. 用 $Ca(ClO)_2$ 溶液吸收废气中的 SO_2 : $Ca^{2+}+2ClO^{-}+SO_2+H_2O=2HClO+CaSO_3\downarrow$

D. 酸性 $KMnO_4$ 溶液与 $NaNO_2$ 溶液反应: $2MnO_4^{-}+5NO_2^{-}+6H^{+}=2Mn^{2+}+5NO_3^{-}+3H_2O$

【答案】D

【解析】

【详解】A. $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液与少量 $Ba(OH)_2$ 溶液反应, $Ba(OH)_2$ 完全反应, 离子方程式为: $Fe^{2+}+2OH^{-}+SO_4^{2-}+Ba^{2+}=2Fe(OH)_2\downarrow+BaSO_4\downarrow$, 故 A 错误;

B. 用热的 NaOH 溶液溶解 S 生成硫离子和亚硫酸根, 离子方程式为: $3S+6OH^{-}\xrightarrow{\Delta}2S^{2-}+SO_3^{2-}+3H_2O$, 故 B 错误;

C. $Ca(ClO)_2$ 溶液中 ClO^{-} 具有氧化性会和 SO_2 发生氧化还原反应, 最终得到 $CaSO_4$ 沉淀, 故 C 错误;

D. 酸性 $KMnO_4$ 溶液与 $NaNO_2$ 溶液反应生成硝酸钠和硝酸锰, 离子方程式为: $2MnO_4^{-}+5NO_2^{-}+6H^{+}=2Mn^{2+}+5NO_3^{-}+3H_2O$, 故 D 正确;

故选 D。

6. 下列叙述正确的是

A. 浓硫酸是一种干燥剂, 能够干燥气体 CO_2 、 O_2 、 Cl_2 、 SO_2 、 H_2S

B. 用氢氟酸蚀刻玻璃, 是因为氢氟酸是强酸

C. 足量铜粉投入到只含 2 mol H_2SO_4 的浓硫酸中, 得到的气体体积在标准状况下等于 22.4 L

D. 加热盛有少量 NH_4HCO_3 固体的试管, 并在试管口放置湿润的红色石蕊试纸, 石蕊试纸变蓝, 说明 NH_3 显碱性

【答案】D

【解析】

【详解】A. 浓硫酸具有强氧化性, 不能干燥还原性气体, 不能够干燥 H_2S , A 错误;

B. 氢氟酸是弱酸, 玻璃中二氧化硅能与氢氟酸反应, 从而可用于蚀刻玻璃, B 错误;

C. 铜不能与稀硫酸反应, 随着反应进行, 浓硫酸的浓度变稀而停止反应, 2 mol H_2SO_4 不能完全反应, 生成的气体体积在标准状况下小于 22.4L, C 错误;

D. 加热 NH_4HCO_3 固体分解生成氨气、二氧化碳和水, 氨气溶于水得到氨水能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 说明 NH_3 显碱性, D 正确;

故选：D。

7. 下列有关化学现象和化学概念表述正确的是

- A. 浓硫酸和浓盐酸长期暴露在空气中浓度都会降低，且原理相同
- B. 常温下，浓硫酸可以用铁制容器储存，说明铁与冷的浓硫酸不反应
- C. 某次焰色试验火焰为黄色，不能说明该物质中一定不含 K^+
- D. 0.5 mol Fe 和含 1 mol HNO_3 的稀溶液充分反应后，滴入 KSCN 溶液，溶液变红

【答案】C

【解析】

【详解】A. 浓硫酸具有吸水性，在空气中久置吸水导致浓度降低，浓盐酸具有挥发性，长期暴露在空气中 HCl 挥发导致浓度降低，两者原理不同，A 错误；

B. 浓硫酸和铁发生钝化反应，在表面形成一层致密的氧化物薄膜，阻碍反应的进一步进行，但不是不反应，B 错误；

C. 钠的黄色能掩盖钾的焰色，所以某次焰色试验火焰为黄色，不能说明该物质中一定不含 K^+ ，C 正确；

D. 由 Fe 和稀 HNO_3 反应的方程式： $Fe + 4HNO_3(稀) = Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 2H_2O$ 可知，0.5 mol Fe 和含 1 mol HNO_3 的稀溶液充分反应后，则生成 0.25 mol Fe^{3+} ，剩余 0.25 mol Fe，而剩余的 Fe 与 Fe^{3+} 发生反应： $Fe + 2Fe^{3+} = 3Fe^{2+}$ ，则 0.25 mol Fe^{3+} 刚好反应完全，因此溶液中无 Fe^{3+} ，则加入 KSCN 溶液后，溶液不变红，D 错误；

故选：C。

8. 下列关于硅及其化合物的说法中，不正确的是

- A. 自然界中的硅元素全部是以化合态形式存在
- B. 据 $SiO_2 + CaCO_3 \xrightarrow{高温} CaSiO_3 + CO_2 \uparrow$ 的反应，可推知硅酸酸性比碳酸酸性强
- C. 不能用二氧化硅跟水直接反应制取硅酸
- D. Na_2SiO_3 可用作黏合剂、木材防火剂的原料，实验室保存 Na_2SiO_3 溶液应用橡胶塞

【答案】B

【解析】

【详解】A. Si 是亲氧元素，不能以单质形式存在于自然界中，主要以二氧化硅和硅酸盐形式存在，故 A 正确；

B. 反应只有在高温条件下进行，由于 CO_2 是气体，逸出反应体系使反应得以继续进行，不能说明硅酸的

酸性比碳酸强，比较硅酸和碳酸的酸性强弱要比较它们在水溶液中电离出 H^+ 的难易程度，故 B 错误；

C. SiO_2 不溶于水，也不与水反应，不能用二氧化硅跟水直接反应制取硅酸，故 C 正确；

D. Na_2SiO_3 可用作黏合剂、木材防火剂的原料，能够粘连玻璃，则实验室保存 Na_2SiO_3 溶液应用橡胶塞，不能用玻璃塞，故 D 正确；

故选 B。

9. 对于反应 $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$ ，该反应是放热反应。下列有关说法正确的是

A. 反应中生成 22.4L NO 时，转移 2.5mol 电子

B. 断裂 4mol N-H 键的同时，形成 6mol O-H 键，说明该反应达到平衡状态

C. 升高温度，正反应速率增大，逆反应速率减小

D. 在恒温恒容条件下，若反应体系压强不再改变，说明该反应达到平衡状态

【答案】D

【解析】

【详解】A. 未注明是否为标准状况，无法计算，A 错误；

B. 断裂 N-H 键，形成 O-H 键均为正反应，B 错误；

C. 升高温度，正逆反应速率均增大，C 错误；

D. 该反应前后气体系数之和不相等，在恒温恒容条件下，未平衡时压强会变，当压强不再改变时，说明反应达到平衡，D 正确；

综上所述答案为 D。

10. 下列过程需要吸收热量的是

A. 镁条与稀盐酸的反应

B. $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 与 NH_4Cl 的反应

C. H 原子形成 H-H 键

D. 氢氧化钠溶液与盐酸的中和反应

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. 活泼金属与酸反应放出热量，故镁条与稀盐酸的反应放出热量，A 不符合题意；

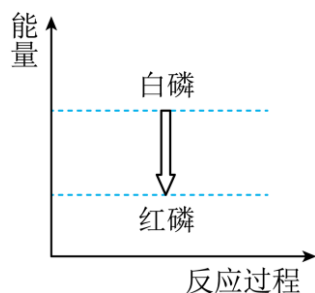
B. $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 与 NH_4Cl 反应吸收大量的热量，B 符合题意；

C. 化学键的形成放出能量，故 H 原子形成 H-H 键放出能量，C 不符合题意；

D. 中和反应属于放热反应，故氢氧化钠溶液与盐酸的中和反应放出热量，D 不符合题意；

选 B。

11. 白磷和红磷的能量转化关系如图所示，下列说法正确的是



- A. 白磷和红磷互为同位素
- B. 白磷转化为红磷是物理变化
- C. 白磷转化为红磷时放出热
- D. 相同条件下，白磷的稳定性大于红磷

【答案】C

【解析】

【分析】

- 【详解】A. 白磷和红磷是磷元素 两种不同性质的单质，二者互为同素异形体，A 错误；
- B. 白磷与红磷是两种不同物质，因此白磷转化为红磷是化学变化，B 错误；
- C. 根据图示可知白磷 能量比等质量的红磷高，故白磷转化为红磷时会放出热量，反应是放热反应，C 正确；
- D. 物质含有的能量越低，物质的稳定性就越强。根据图示可知白磷的能量比等质量的红磷高，故在相同条件下，红磷的稳定性大于白磷，D 错误；

故合理选项是 C。

12. 在不同的条件下进行合成氨反应： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，根据在相同时间内测定的结果判断，生成氨的速率最快的是

- A. $v(\text{H}_2) = 0.1 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$
- B. $v(\text{N}_2) = 0.2 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$
- C. $v(\text{NH}_3) = 0.15 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$
- D. $v(\text{H}_2) = 0.005 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

【答案】B

【解析】

【详解】比较生成氨的速率快慢，应该用同种物质比较，且单位统一，A 中 $v(\text{H}_2) = 0.1 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，B 中 $v(\text{N}_2) = 0.2 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，由各物质化学反应速率之比等于化学计量数之比可知， $v(\text{H}_2) = 3v(\text{N}_2) = 0.2 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min}) \times 3 = 0.6 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，C 中 $v(\text{NH}_3) = 0.15 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，由各物质化学反应速率之比等于化学计量数之比可知， $v(\text{H}_2) = \frac{3}{2} v(\text{NH}_3) = 0.15 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min}) \times \frac{3}{2} = 0.225 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，D 中 $v(\text{H}_2) = 0.005 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s}) \times 60 \text{ min}/\text{s} = 0.3 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，则 B 反应速率最快，故选 B。

13. 根据下列实验操作和现象所得出的结论或解释正确的是

选项	实验操作和现象	结论或解释
A	淀粉-KI 溶液中通入 Cl_2 ，再通入 SO_2 ，溶液先出现蓝色，后蓝色褪去	还原性： $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Cl}^-$
B	检验 SO_2 气体中是否混有 $\text{SO}_3(\text{g})$ ：将气体通入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，有白色沉淀生成	混有 $\text{SO}_3(\text{g})$
C	用蘸有浓氨水的玻璃棒靠近某有色气体 X，出现白烟	该气体只能是 HCl
D	用大理石和盐酸反应制取 CO_2 气体，立即通入一定浓度的 Na_2SiO_3 溶液中，出现白色沉淀	H_2CO_3 的酸性比 H_2SiO_3 的酸性强

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

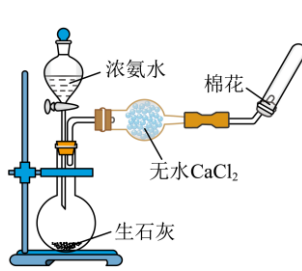
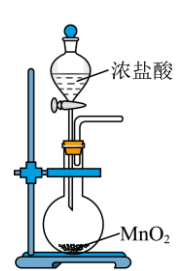
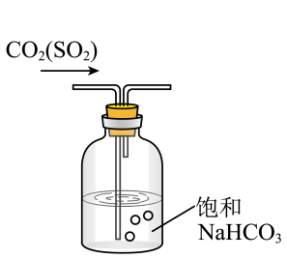
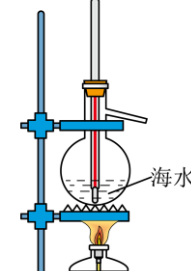
【详解】A. 由现象可知氯气氧化碘离子生成碘单质，后碘与 SO_2 发生氧化还原反应生成硫酸、 HI ，则还原性为 $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Cl}^-$ ，故 A 正确；

B. 将 SO_2 气体通入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，酸性条件下亚硫酸根离子被硝酸根离子氧化，最终也能产生硫酸钡沉淀，无法检验二氧化硫中混有 $\text{SO}_3(\text{g})$ ，故 B 错误；

C. 用蘸有浓氨水的玻璃棒靠近某有色气体 X，出现白烟，该气体为 Cl_2 ， HCl 没有颜色，故 C 错误；

D. 盐酸为挥发性酸，盐酸能与硅酸钠溶液反应，则该实验不能比较碳酸、硅酸的酸性，故 D 错误；
故选 A。

14. 下列装置正确的是

A	B	C	D
			

制取收集氨气	制取氯气	除去 CO ₂ 中的 SO ₂	制取蒸馏水
--------	------	---------------------------------------	-------

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A. 氨气不能使用无水氯化钙干燥，可以换成碱石灰；氨气的密度比空气小，应选向下排空气法收集，导管应长进伸入试管底部，A 错误；

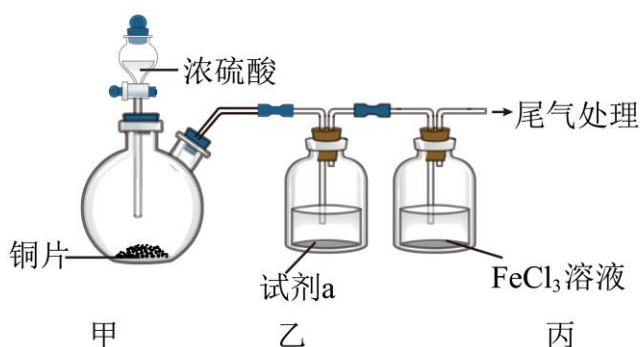
B. 二氧化锰和浓盐酸需在加热条件下反应才能制取氯气，B 错误；

C. CO₂ 与饱和碳酸氢钠溶液不反应，SO₂ 和水反应生成亚硫酸，其酸性强于碳酸，则 SO₂ 能与饱和碳酸氢钠溶液反应生成 CO₂，能除去 CO₂ 中的 SO₂，C 正确；

D. 用蒸馏操作制取蒸馏水时，温度计应处于支气管处，测量蒸气温度，D 错误；

故选：C。

15. 某学校化学社团为探究 SO₂ 与 Fe³⁺ 是否发生氧化还原反应，按如图所示装置进行实验(夹持、加热装置均省略)，已知浓硫酸的沸点为 338℃。下列说法错误的是



A. 甲中生成 SO₂ 的同时还会有硫酸酸雾产生

B. 试剂 a 为饱和 NaHSO₃ 溶液

C. 丙中溶液 pH 降低，证明 Fe³⁺ 氧化了 SO₂

D. 若 Fe³⁺ 氧化了 SO₂，则在丙中的溶液中滴加 BaCl₂ 溶液，会出现白色沉淀

【答案】C

【解析】

【详解】A. 铜和浓硫酸反应需要加热，硫酸的沸点为 338℃，所以甲中生成 SO₂ 的同时还会有硫酸酸雾产生，故 A 正确；

B. 为了除去 SO₂ 中的硫酸酸雾，可以选择饱和 NaHSO₃ 溶液，故 B 正确；

C. 丙中溶液 pH 降低，也可能是 SO₂ 溶于水生成了亚硫酸，不能证明是 Fe³⁺ 氧化了 SO₂，故 C 错误；

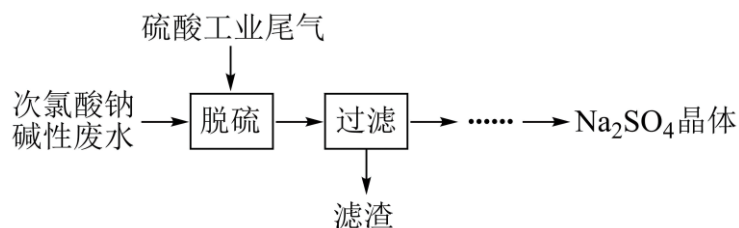
D. 若 Fe^{3+} 氧化了 SO_2 , 则生成了 Fe^{2+} 和 SO_4^{2-} , SO_4^{2-} 和 Ba^{2+} 反应会出现白色沉淀, 故 D 正确;

故选 C。

二、非选择题: (本题共 4 小题, 共计 55 分。)

16. 工业生产过程中产生的含硫化合物(SO_2 , H_2S 等)会造成环境问题, 可用多种方法脱除。

I. 由次氯酸钠碱性废水(含有杂质 Ca^{2+})处理硫酸工业尾气的流程如下:



(1) 控制合适的条件有利于提高 SO_2 的吸收率(脱硫率)。

①脱硫时需保持溶液呈碱性, 此过程的主要反应之一为: $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$; 另一个为氧化还原反应, 请写出该反应的离子方程式: _____。

②提高脱硫率的可行措施有 _____ (填序号)。

a. 加快通入尾气的速率

b. 吸收塔中喷淋的碱液与气体逆向接触

c. 提高碱液 pH

③温度控制在 $40\sim 60^\circ\text{C}$ 之间, 脱硫率较高, 原因是_____。

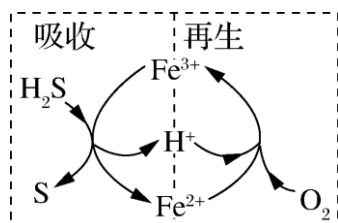
(2) 滤渣的主要成分为 _____ (填化学式)。

II. 为实现燃煤脱硫, 向煤中加入浆状 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 使燃烧产生的 SO_2 转化为稳定的 MgSO_4 。

(3) 写出该反应的化学方程式: _____。

(4) 钙基固硫的产物为硫酸钙, 在一定条件下可以转化为碳酸钙。请写出 CaSO_4 与 NH_4HCO_3 -氨水反应生成碳酸钙的化学反应方程式: _____。

III. 一种铁基脱硫剂脱除硫化氢(H_2S)的方法包括吸收和再生两个阶段, 其工艺流程原理如下:



(5) 写出“吸收”反应 离子方程式: _____。

(6) 当吸收 224mL(标准状况) H_2S 时, 若要保持脱硫液中 Fe^{3+} 的物质的量不变, 则所通入的氧气的物质的量为 _____ mol。

【答案】(1) ①. $\text{SO}_3^{2-} + \text{ClO}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 或 $\text{SO}_2 + \text{ClO}^- + 2\text{OH}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ②. bc ③. 温度

过低, 反应速率慢; 温度过高 NaClO 不稳定分解或温度过高 SO_2 溶解度减小

(2) CaSO_4 或 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(3) $2\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{CaSO}_4 + \text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

(5) $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{S} \downarrow + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$

(6) 5×10^{-3}

【解析】

【小问 1 详解】

①废水中含有次氯酸钠, 可以将 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} , 根据电子守恒、元素守恒可得离子方程式为 $\text{SO}_3^{2-} + \text{ClO}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 或 $\text{SO}_2 + \text{ClO}^- + 2\text{OH}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$;

②a. 加快通入尾气的速率, 导致气体无法与液体充分接触, 会降低脱硫效率, a 不符合题意;

b. 吸收塔中喷淋的碱液与气体逆向接触, 可以增大气体和液体的接触面积, 提高脱硫效率, b 符合题意;

c. SO_2 为酸性氧化物, 提高碱液 pH 可以充分吸收 SO_2 , 提高脱硫效率, c 符合题意;

综上所述答案为 bc;

③温度过低, 反应速率慢; 温度过高 NaClO 不稳定分解或温度过高 SO_2 溶解度减小, 所以温度控制在 $40 \sim 60^\circ\text{C}$ 之间;

【小问 2 详解】

废水中含有钙离子, SO_2 会被氧化为硫酸根, 得到微溶物硫酸钙, 所以滤渣的主要成分为 CaSO_4 或 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

【小问 3 详解】

根据题意 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 可以将 SO_2 转化为 MgSO_4 , 说明该过程中需要氧气参与, 作为氧化剂将 SO_2 氧化, 化学方程式为 $2\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$;

【小问 4 详解】

NH_4HCO_3 和氨水反应可以得到碳酸铵, 碳酸铵再将硫酸钙转化为碳酸钙, 总反应化学方程式为 $\text{CaSO}_4 + \text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;

【小问 5 详解】

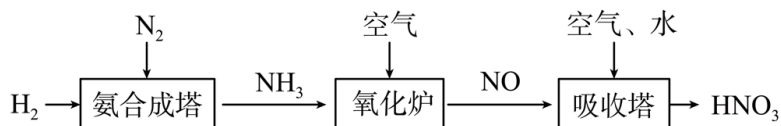
据图可知吸收过程中 Fe^{3+} 将 H_2S 氧化为 S, 根据电子守恒、元素守恒可得离子方程式为 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{S} \downarrow + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$;

【小问 6 详解】

据图可知 Fe^{3+} 为催化剂，整个过程的总反应为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，224 mL(标准状况) H_2S 的物质的量为

$$\frac{0.224\text{L}}{22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \times 10^{-2} \text{mol}, \text{ 所需氧气的物质的量为 } 5 \times 10^{-3} \text{mol}.$$

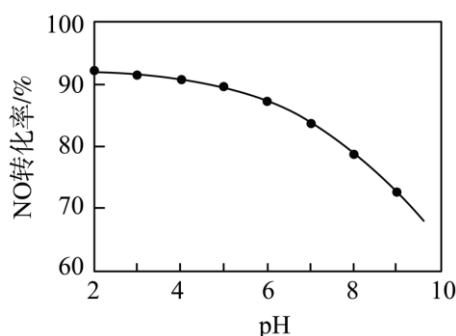
17. 氮元素形成的化合物种类十分丰富。请根据以下工业制硝酸的原理示意图回答含氮化合物相关的问题：



(1) 写出氧化炉中反应的化学方程式_____。

(2) 写出铜与稀硝酸的离子反应方程式_____。

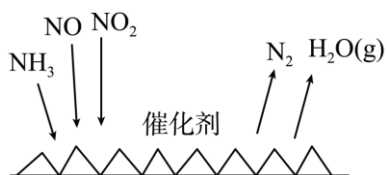
(3) 用 NaClO 溶液吸收硝酸尾气，可提高尾气中 NO 去除率。其它条件相同， NO 转化为 NO_3^- 的转化率随 NaClO 溶液初始 pH (用稀盐酸调节)的变化如图所示。



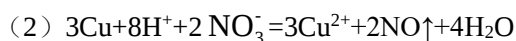
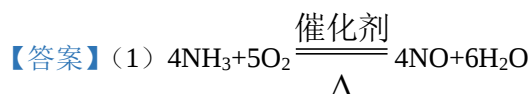
①在酸性 NaClO 溶液中， HClO 氧化 NO 生成 Cl^- 和 NO_3^- ，其离子方程式为_____。

② NaClO 溶液的初始 pH 越小， NO 转化率越高，其原因是_____。

(4) “吸收塔”尾部会有含 NO 、 NO_2 等氮氧化物的尾气排出，为消除它们对环境的破坏作用，目前应用最广泛的烟气氮氧化物脱除技术是 NH_3 催化还原氮氧化物(SCR)技术。反应原理如图所示：



当 NO_2 与 NO 的物质的量之比为 1:1 时，与足量氨气在一定条件下发生反应。当有 18mol 电子发生转移时，则生成 N_2 的物质的量为_____。



(3) ①. $3\text{HClO} + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O} = 3\text{Cl}^- + 2\text{NO}_3^- + 5\text{H}^+$ ②. 溶液 pH 越小, 溶液中 HClO 的浓度越大, 氧化 NO 的能力越强

(4) 6mol

【解析】

【分析】氮气和氢气反应生成氨气, 氨气和氧气发生催化氧化反应生成 NO 和水, NO 和氧气和水反应生成硝酸;

【小问 1 详解】

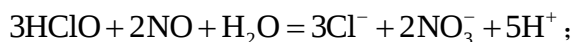
氧化炉中氨气和氧气发生催化氧化反应生成 NO 和水, 反应的化学方程式 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$;

小问 2 详解】

铜与稀硝酸反应生成硝酸铜和一氧化氮, 反应的离子反应方程式为: $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$;

【小问 3 详解】

①在酸性 NaClO 溶液中, HClO 氧化 NO 生成 Cl^- 和 NO_3^- , 其离子方程式为



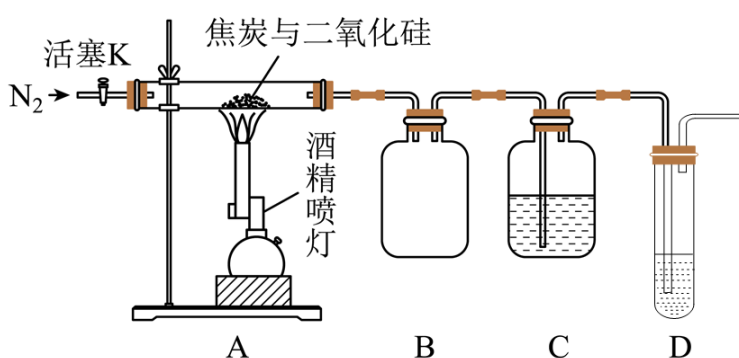
②NaClO 溶液的初始 pH 越小, NO 转化率越高, 其原因是溶液 pH 越小, 溶液中 HClO 的浓度越大, 氧化 NO 的能力越强;

【小问 4 详解】

当 NO_2 与 NO 的物质的量之比为 1: 1 时, 与足量氨气在一定条件下发生反应的化学方程式为

$\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。由方程式可知每生成 2mol 氮气转移 6mol 电子, 当有 18mol 电子发生转移时, 则生成 N_2 的物质的量为 6mol。

18. 某实验小组设计了如图所示装置对焦炭还原二氧化硅的气体产物进行探究。



已知： PdCl_2 溶液可用于检验 CO ，反应的化学方程式为 $\text{CO} + \text{PdCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{HCl} + \text{Pd} \downarrow$ （产生黑色金属钯，使溶液变浑浊）。

(1) 实验时要长时间通入 N_2 ，其目的是_____。

(2) 装置 B 的作用是_____。

(3) 装置 C、D 中所盛试剂分别为_____、_____，若装置 C、D 中溶液均变浑浊，且经检测两气体产物的物质的量相等，则该反应的化学方程式为_____。

(4) 该装置的缺点是_____。

【答案】 ①. 排尽装置内的空气，避免空气中的 O_2 、 CO_2 ，水蒸气对实验产生干扰 ②. 作安全瓶，防止倒吸 ③. 澄清石灰水 ④. PdCl_2 溶液 ⑤. $3\text{SiO}_2 + 4\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{CO} \uparrow + 3\text{Si}$ ⑥. 无尾气吸收装置

【解析】

【分析】在高温条件下，焦炭能与二氧化硅发生置换反应，生成粗硅和一氧化碳，但由于装置内的空气能与焦炭、硅、一氧化碳等发生反应，所以反应开始前，需排尽装置内的空气；为防倒吸，需设置防倒吸装置；检验产物 CO_2 ，需通入澄清石灰水中；检验 CO ，可通入 PdCl_2 溶液中。

【详解】(1) 焦炭与二氧化硅的反应要在高温条件下进行，而高温条件下焦炭会与空气中的氧气、 CO_2 、水蒸气发生反应，所以实验时要长时间通入 N_2 以将装置中的空气排尽。答案为：排尽装置内的空气，避免空气中的 O_2 、 CO_2 ，水蒸气对实验产生干扰；

(2) 根据题图可知，装置 B 可以作安全瓶，防止倒吸。答案为：作安全瓶，防止倒吸；

(3) 根据元素守恒，碳与二氧化硅反应可能生成一氧化碳，也可能生成二氧化碳，且 PdCl_2 溶液与 CO 反应有 CO_2 生成，所以装置 C 用来检验有没有二氧化碳，装置 D 用来检验有没有一氧化碳，装置 C、D 中所盛试剂分别为澄清石灰水、 PdCl_2 溶液；若装置 C、D 中溶液均变浑浊，说明气体产物中既有二氧化碳又有一氧化碳，又经检测两气体产物的物质的量相等，根据元素守恒可知反应的化学方程式

$3\text{SiO}_2 + 4\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{CO} \uparrow + 3\text{Si}$ 。答案为：澄清石灰水； PdCl_2 溶液；

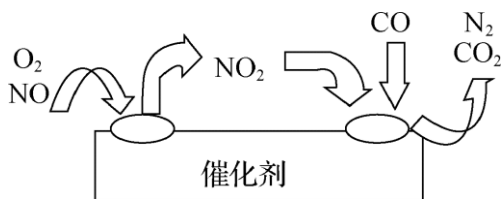
$3\text{SiO}_2 + 4\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{CO} \uparrow + 3\text{Si}$ ；

(4) 一氧化碳有毒，不能排放到空气中，题给装置没有尾气吸收装置。答案为：无尾气吸收装置。

【点睛】通常情况下，广口瓶中进气管与出气管的管口都短，此装置常为防倒吸装置。

19. 回答下列问题：

(1) 汽车排出的尾气中含有氮氧化物, 为避免污染, 常给汽车安装尾气净化装置。净化装置里装有催化剂, 气体在催化剂表面吸附与解吸作用的机理如下图所示。写出净化过程中的总化学方程式: _____。



(2) 国家规定氮氧化物的排放标准不超过 400mg/L。氮氧化物可以用酸性硫酸亚铁溶液来吸收, 反应原理为 $\text{NO} + \text{Fe}^{2+} = [\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$; $\text{NO}_2 + 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + [\text{Fe}(\text{NO})]^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ 。现测定某地下水脱硝过程中氮氧化物的排放量: 收集 500.00mL 排放的气体, 缓慢通过 250.00mL 0.6240mol/L 酸性 FeSO_4 溶液(过量), 充分反应, 量取吸收气体后的溶液 25.00mL 置于锥形瓶中, 用 0.2000mol/L 酸性 KMnO_4 溶液与之反应, 重复上述实验操作 3 次, 平均消耗酸性 KMnO_4 溶液的体积为 15.00mL。试通过计算分析地下水脱硝过程中氮氧化物的排放是否符合国家标准_____ (写出计算过程)。已知: ① $[\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$ 与酸性 KMnO_4 溶液不反应;

② $\text{H}^+ + \text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} = \text{Mn}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)

【答案】(1) $2\text{NO} + \text{O}_2 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{CO}_2 + \text{N}_2$

(2) 符合

【解析】

【小问 1 详解】

据图可知, 反应物为 O_2 、 NO 和 CO , 最终产物为 CO_2 和 N_2 , 根据电子守恒、元素守恒可得总反应为 2NO

$+ \text{O}_2 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{CO}_2 + \text{N}_2$;

【小问 2 详解】

根据电子守恒可得关系式 $5\text{Fe}^{2+} \sim \text{KMnO}_4$, 则 $n(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{KMnO}_4) = 5 \times 0.2000 \text{ mol/L} \times 0.0150 \text{ L} = 0.0150$

mol, 与氮氧化物反应的 $n(\text{Fe}^{2+}) = 0.6240 \text{ mol/L} \times 0.2500 \text{ L} - \frac{250.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} \times 0.0150 \text{ mol} = 0.0060 \text{ mol}$, 若得到的全

部是 NO , 根据 NO 与 Fe^{2+} 反应的离子方程式可知: $n(\text{NO}) = n(\text{Fe}^{2+}) = 0.0060 \text{ mol}$, 则 NO 的含量:

$\frac{0.0060\text{mol} \times 30.00\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1000\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}}{0.5000\text{L}} = 360 \text{ mg/L} < 400 \text{ mg/L}$; 若全部是 NO_2 , 根据 NO_2 与 Fe^{2+} 反应的离

子方程式可知 $n(\text{NO}_2) = \frac{1}{3} n(\text{Fe}^{2+}) = 0.0020 \text{ mol}$, 则 NO_2 的含量 $\frac{0.0020\text{mol} \times 46.00\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1000\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}}{0.5000\text{L}} = 184$

mg/L < 400 mg/L, 故地下水脱硝过程中氮氧化物的排放量符合国家排放标。

