

南京市 2023 届高三年级学情调研

化学

本试卷分选择题和非选择题两部分，共 100 分。考试用时 75 分钟。

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 N-14 O-16 S-32 K-39 Mn-55

一、单项选择题：共 13 题，每题 3 分，共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. 近年来我国航空航天事业取得了令世界瞩目的成就。下列说法不正确的是

- A. 飞船返回舱表层使用的玻璃纤维属于天然高分子材料
- B. 当光束通过空间站热控材料使用的纳米气凝胶时可观察到丁达尔效应
- C. 新一代运载火箭使用的液氢燃料燃烧产物对环境无污染
- D. 人造卫星使用的太阳能电池工作时将太阳能转化为电能

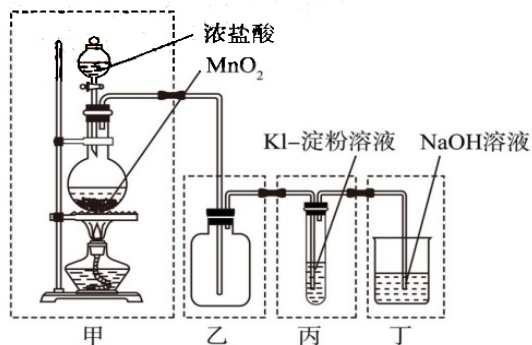
2. 实验室制备乙炔的反应为 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2\uparrow$ 。下列说法正确的是

- A. CaC_2 的电子式为 $\text{Ca}^{2+} [\text{C}\equiv\text{C}]^{2-}$
- B. H_2O 是非极性分子
- C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中仅含有离子键
- D. C_2H_2 的空间结构为直线形

3. 《神农本草经》中记载的白矾主要成分为 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是

- A. 离子半径： $r(\text{Al}^{3+}) > r(\text{O}^{2-})$
- B. 碱性： $\text{KOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$
- C. 热稳定性： $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$
- D. 第一电离能： $I_1(\text{S}) > I_1(\text{O})$

4. 实验室制取 Cl_2 并探究其性质的装置如图所示。下列实验装置不能达到目的的是



- A. 用装置甲制取 Cl_2
- B. 用装置乙获得纯净的 Cl_2
- C. 用装置丙验证 Cl_2 可氧化 I^-
- D. 用装置丁吸收 Cl_2

5. 第三周期元素的单质及其化合物具有重要用途。例如，在熔融状态下，可用金属钠制备金属钾； MgCl_2

可制备多种镁产品：铝-空气电池具有较高的比能量，在碱性电解液中总反应式为

$4Al+3O_2+4OH^-+6H_2O=4[Al(OH)_4]^-$ ，高纯硅广泛用于信息技术领域，高温条件下，将粗硅转化为三氟硅烷($SiHCl_3$)，再经氢气还原得到高纯硅。下列说法正确的是

- A. 钠燃烧时火焰呈黄色与电子跃迁有关
B. Mg^{2+} 基态核外电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^2$
C. $1mol[Al(OH)_4]^-$ 中含有 $4mol\sigma$ 键
D. Si—Si 键的键能大于 Si—O 键的键能

6. 第三周期元素的单质及其化合物具有重要用途。例如，在熔融状态下，可用金属钠制备金属钾； $MgCl_2$ 可制备多种镁产品：铝—空气电池具有较高的比能量，在碱性电解液中总反应式为

$4Al+3O_2+4OH^-+6H_2O=4[Al(OH)_4]^-$ ，高纯硅广泛用于信息技术领域，高温条件下，将粗硅转化为三氟硅烷($SiHCl_3$)，再经氢气还原得到高纯硅。下列化学反应表示正确的是

- A. 钠与水反应的离子方程式： $Na+2H_2O=Na^++2OH^-+H_2\uparrow$
B. $MgCl_2$ 溶液显酸性的原因： $Mg^{2+}+2H_2O=Mg(OH)_2\downarrow+2H^+$
C. 该铝—空气电池的负极反应式： $Al-3e^-+4OH^-=[Al(OH)_4]^-$
D. $SiHCl_3$ 转化为高纯硅的化学方程式： $SiHCl_3+H_2=Si+3HCl$

7. 第三周期元素的单质及其化合物具有重要用途。例如，在熔融状态下，可用金属钠制备金属钾； $MgCl_2$ 可制备多种镁产品：铝—空气电池具有较高的比能量，在碱性电解液中总反应式为

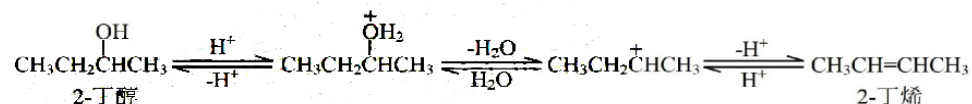
$4Al+3O_2+4OH^-+6H_2O=4[Al(OH)_4]^-$ ，高纯硅广泛用于信息技术领域，高温条件下，将粗硅转化为三氟硅烷($SiHCl_3$)，再经氢气还原得到高纯硅。下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是

- A. 钠的密度比钾大，可用于冶炼金属钾
B. 熔融的氯化镁能电解，可用作冶炼镁的原料
C. 铝的金属活泼性强，可用于制作铝金属制品
D. 晶体硅熔点高、硬度大，可用作通讯设备的芯片

8. 自然界与人类活动均对硫的循环产生影响。下列说法不正确的是

- A. 火山口附近的硫单质会被 O_2 直接氧化为 SO_3
B. 大气中的 SO_2 遇雨水形成 H_2SO_4 进入地面或海洋
C. 工业排放尾气中的 SO_2 可与 CaO 和 O_2 反应生成 $CaSO_4$
D. 水垢中的 $CaSO_4$ 可与饱和 Na_2CO_3 溶液反应生成 $CaCO_3$

9. 2-丁醇发生消去反应生成 2-丁烯按如图机理进行：



下列说法不正确的是

- A. 2-丁醇分子含 1 个手性碳原子
B. 2-丁烯存在顺反异构体
C. 该反应的副产物之一为 1-丁烯
D. 2-丁烯中碳原子杂化轨道类型均为 sp^2

10. 丙烯腈(C_3H_3N)是制备腈纶的单体。一种制备丙烯腈反应的热化学方程式为 $C_3H_6(g) + NH_3(g) + \frac{3}{2} O_2(g)$

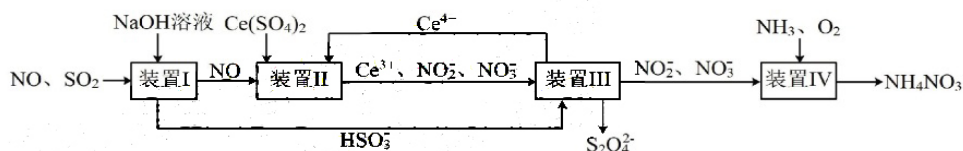
$C_3H_3N(g) + 3H_2O(g) \quad \Delta H = -515 kJ \cdot mol^{-1}$, 下列说法正确的是

- A. 该反应的 $\Delta S < 0$
B. 该反应的平衡常数 $K = \frac{c(C_3H_3N) \cdot c^3(H_2O)}{c(C_3H_6) \cdot c(NH_3) \cdot c^{1.5}(O_2)}$
C. 其他条件相同, 增大压强有利于提高丙烯腈的平衡产率
D. 该反应每消耗 $1.5 mol O_2$, 转移电子的物质的量为 $3 mol$
11. 室温下, 下列实验探究方案不能达到实验目的的是

选项	探究方案	实验目的
A	向 $2 mL 1 mol \cdot L^{-1} CH_3COOH$ 溶液中滴加 $1 mol \cdot L^{-1} Na_2CO_3$ 溶液, 观察现象	比较 $K_a(CH_3COOH)$ 和 $K_{a1}(H_2CO_3)$ 的大小
B	向 $4 mL 0.1 mol \cdot L^{-1} CuSO_4$ 溶液中滴加 $1 mol \cdot L^{-1}$ 氨水至沉淀溶解, 再加入 $8 mL 95\%$ 乙醇, 过滤	制备 $[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$ 晶体
C	把两个体积相同、封装有等量 NO_2 和 N_2O_4 混合气体的烧瓶分别同时浸泡在热水和冰水中, 观察混合气体的颜色变化	探究温度对化学平衡的影响
D	向溶液 X 中滴加少量稀硝酸, 然后滴入几滴 $Ba(NO_3)_2$ 溶液, 观察现象	检验溶液 X 是否含有 SO_4^{2-}

- A. A B. B C. C D. D

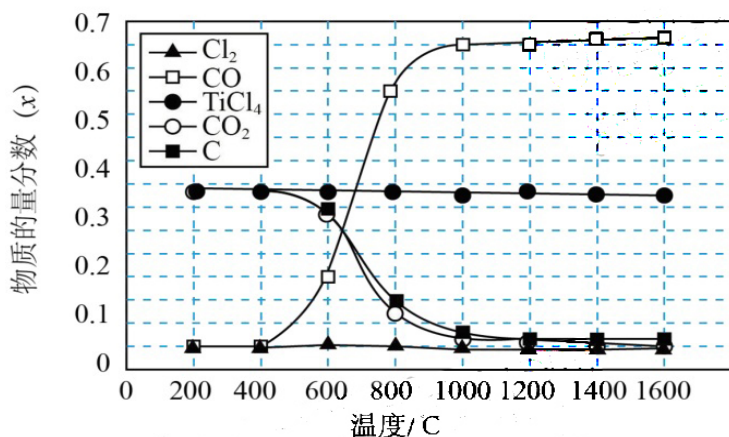
12. 利用 $Ce(SO_4)_2$ 溶液处理尾气中的 SO_2 和 NO , 获得 $Na_2S_2O_4$ 和 NH_4NO_3 的流程如图:



下列说法正确的是

- A. “装置 I”所得 NaHSO_3 溶液 $\text{pH} < 7$, 则溶液中: $c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{SO}_3)$
- B. “装置 II”中每消耗 1molCe^{4+} 可吸收 22.4LN_2
- C. “装置 III”为电解槽, 阴极反应为 $2\text{HSO}_3^- - 2e^- = \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{OH}^-$
- D. “装置 IV”所得 NH_4NO_3 溶液中存在 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{NO}_3^-)$

13. 将金红石(TiO_2)转化为 TiCl_4 是生产金属钛的关键步骤。在 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$, 将 TiO_2 、 C 、 Cl_2 以物质的量比 1: 2: 2 进行反应, 平衡体系中主要物质的物质的量分数(x)随温度变化理论计算结果如图所示。

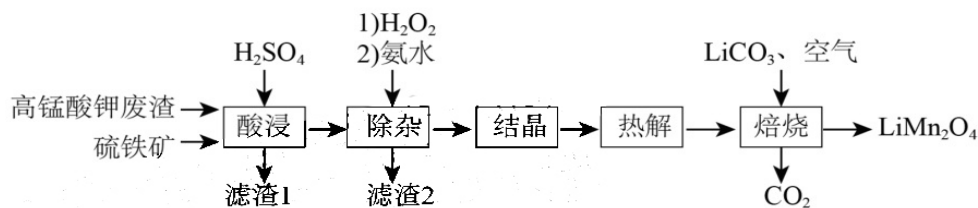


下列说法不正确的是

- A. $200 \sim 1600^\circ\text{C}$ 反应达到平衡时, TiO_2 的转化率均已接近 100%
- B. 将 400°C 时的平衡体系加热至 800°C , 平衡 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ 向正反应方向移动
- C. 1000°C 时, 测得某时刻 $x(\text{TiCl}_4) = 0.2$. 其他条件不变, 延长反应时间能使 $x(\text{TiCl}_4)$ 超过该温度下平衡时的 $x(\text{TiCl}_4)$
- D. 实际生产时反应温度选择 900°C 而不选择 200°C , 其主要原因是: 900°C 比 200°C 时化学反应速率更快, 生产效益更高

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. LiMn_2O_4 是一种锂离子电池的正极材料。用高锰酸钾废渣(主要成分为 MnO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2)和硫铁矿(主要成分为 FeS_2)制备 LiMn_2O_4 的工艺流程如图:



已知：①酸浸液主要含有 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等金属离子；

②25℃时，相关物质的 K_{sp} 见表。

物质	$Fe(OH)_2$	$Fe(OH)_3$	$Al(OH)_3$	$Mn(OH)_2$
K_{sp}	$1 \times 10^{-16.3}$	$1 \times 10^{-38.6}$	$1 \times 10^{-32.3}$	$1 \times 10^{-12.7}$

(1) 酸浸。 MnO_2 与 FeS_2 反应生成 Fe^{3+} 和 SO_4^{2-} 的离子方程式为_____。保持温度、浸取时间不变，能提高锰元素浸出率的措施有_____。

(2) 除杂。欲使溶液中的 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 沉淀完全，调节溶液的 pH 最小值为_____ (当溶液中某离子浓度 $c \leq 1 \times 10^{-5} mol \cdot L^{-1}$ 时，可认为该离子沉淀完全)。

(3) 热解。在真空中加热分解 $MnSO_4 \cdot H_2O$ ，测得固体的质量随温度变化如图 1 所示。真空热解 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 制备 Mn_3O_4 ，需控制的温度为_____。(写出计算推理过程)。

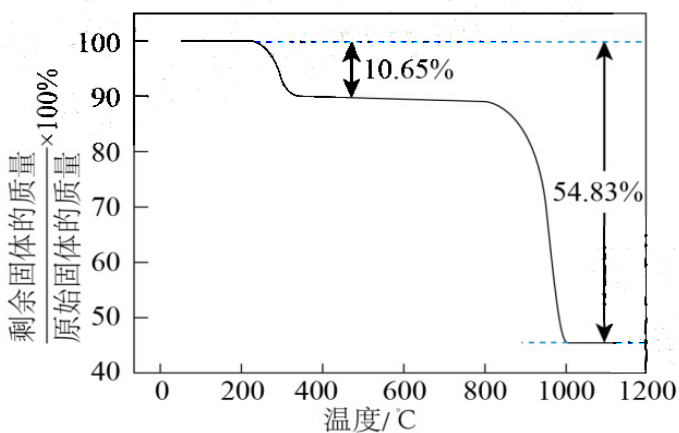
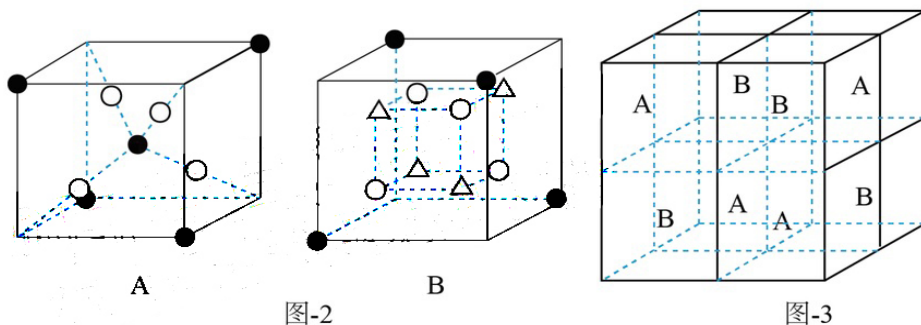


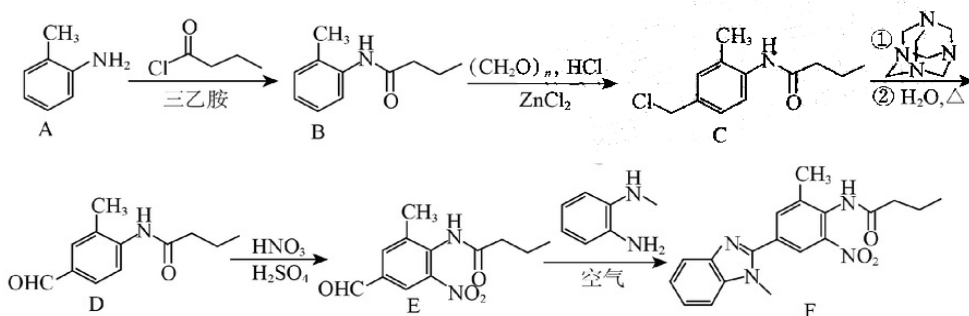
图-1

(4) 焙烧。生成 $LiMn_2O_4$ 的反应中，还原剂是_____ (填化学式)。

(5) 一种 $LiMn_2O_4$ 晶胞可看成由图 2 中 A、B 单元按图 3 方式构成。图 2 中“○”表示 O^{2-} ，则“●”表示的微粒是_____ (填离子符号)。

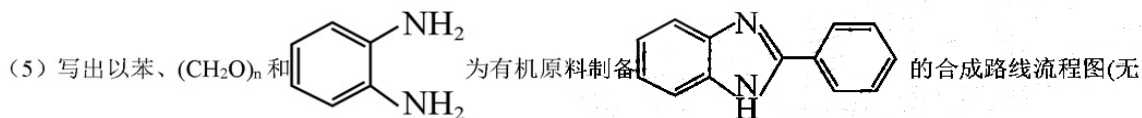


15. 抗高血压药物替米沙坦中间体 F 的合成路线如图:

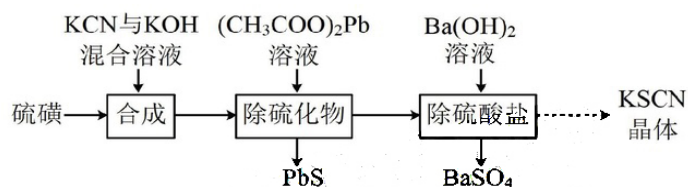


- (1) A 与邻二甲苯的相对分子质量接近, 但沸点却高于邻二甲苯, 其原因是_____。
- (2) B→C 的反应有中间体 X(C₁₂H₁₇O₂N)生成, 中间体 X 的结构简式为_____。
- (3) D→E 的反应类型为_____。
- (4) B 的一种同分异构体同时满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式: _____。

- ①分子中不同化学环境的氢原子个数比是 9: 2: 2: 2。
- ②在热的 NaOH 溶液中完全水解, 生成 NH₃ 和另一种化合物。



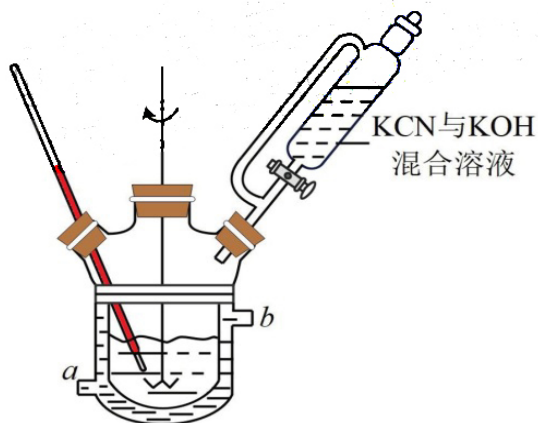
16. 硫氰化钾(KSCN)是常用的分析试剂, 用硫磺与 KCN 等为原料制备 KSCN 的实验流程如图:



已知: ①K_a(HSCN)=0.13, K_a(HCN)=6.2×10⁻¹⁰, K_{sp}(PbS)=9.0×10⁻²⁹



(1) 合成。将硫磺与一定量水配成悬浊液加入如图所示的反应釜中，在搅拌下滴入 KCN 与 KOH 混合溶液。



①冷水从____(填“a”或“b”)端通入。

②若反应温度过高，可采取的措施有：减慢滴加 KCN 与 KOH 混合溶液的速率、_____。

③反应釜中还有副反应发生，如硫磺与 KOH 溶液反应生成 K_2S 和 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，该反应的化学方程式为_____。

(2) 除硫化物。由于成品中不能含有铅，故加入 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 溶液只能略微不足。证明 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 溶液略微不足的操作与现象是_____。

(3) 除硫酸盐。选用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液而不选用 BaCl_2 溶液的原因是_____。

(4) KSCN 纯度测定。溶液 pH 介于 0~1 时，用 KSCN 溶液滴定已知浓度的 AgNO_3 溶液来测定 KSCN 纯度，发生反应为 $\text{SCN}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgSCN} \downarrow$ 。请补充完整实验方案：①准确称取 1.0000g 样品，溶于适量蒸馏水，将溶液完全转移到 100.00mL 容量瓶中，定容得溶液 A；②量取 20.00mL _____；③重复实验两次，计算消耗溶液 A 的平均体积为 $V\text{mL}$ ；④通过公式 $w(\text{KSCN}) = \frac{1940}{V} \%$ 计算 KSCN 的质量分数[实验中须使用的试剂：

$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液、 $1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 溶液、 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液]。

17. 不同催化剂作用下 NH_3 还原 NO_x 的机理与效果是研究烟气(含 NO_x 、 O_2 、 N_2 等)脱硝的热点。

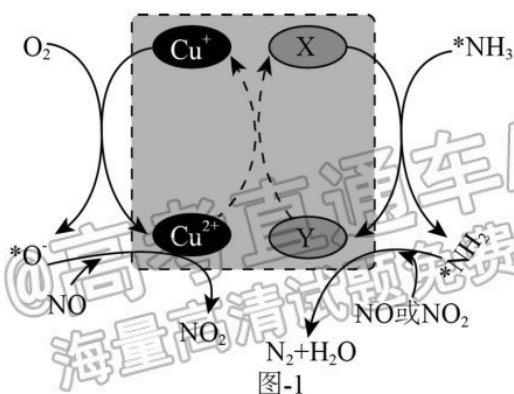
(1) NH_3 还原 NO 的主反应为 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 4\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 4\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

已知： $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = +180.5\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -1269\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

上述主反应的 $\Delta H =$ _____。

(2) 在某钒催化剂中添加一定量 Cu_2O 可加快 NO 的脱除效率，其可能机理如图 1 所示(*表示物种吸附在催化剂表面，部分物种未画出)。

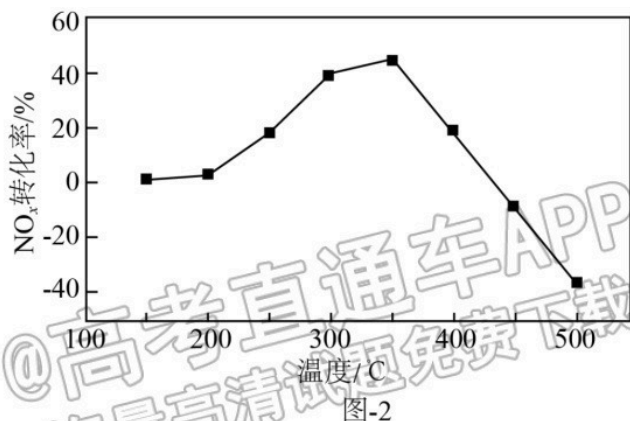


①X、Y处V元素化合价为+4或+5价。X处V元素化合价为_____。

②NO转化为N₂的机理可描述为_____。

③烟气中若含有SO₂，会生成NH₄HSO₄堵塞催化剂孔道。生成NH₄HSO₄的化学方程式为_____。

(3) 将模拟烟气(一定比例NO_x、NH₃、O₂和N₂)以一定流速通过装有Fe/Zr催化剂的反应管，测得NO_x转化率随温度变化的曲线如图2所示。



①温度低于350°C时，NO_x转化率随温度升高而增大，其可能原因是_____。

②温度高于450°C时，NO_x转化率已降低为负值，其可能原因是_____。



南京市 2023 届高三年级学情调研

化学

本试卷分选择题和非选择题两部分，共 100 分。考试用时 75 分钟。

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 N-14 O-16 S-32 K-39 Mn-55

一、单项选择题：共 13 题，每题 3 分，共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. 近年来我国航空航天事业取得了令世界瞩目的成就。下列说法不正确的是

- A. 飞船返回舱表层使用的玻璃纤维属于天然高分子材料
- B. 当光束通过空间站热控材料使用的纳米气凝胶时可观察到丁达尔效应
- C. 新一代运载火箭使用的液氢燃料燃烧产物对环境无污染
- D. 人造卫星使用的太阳能电池工作时将太阳能转化为电能

【答案】A

【解析】

【详解】A. 玻璃纤维属于无机非金属材料，不属于天然有机高分子材料，故 A 错误；

B. 空间站热控材料使用的纳米气凝胶，纳米气凝胶属于胶体，可产生丁达尔效应，故 B 正确；

C. 用液氢作为燃料，燃烧产物是水，对环境无污染，故 C 正确；

D. 太阳能电池工作时将太阳能转化为电能，故 D 正确；

故选 A。

2. 实验室制备乙炔的反应为 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2\uparrow$ 。下列说法正确的是

- A. CaC_2 的电子式为 $\text{Ca}^{2+} [\text{C} \equiv \text{C}]^{2-}$
- B. H_2O 是非极性分子
- C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中仅含有离子键
- D. C_2H_2 的空间结构为直线形

【答案】D

【解析】

【详解】A. CaC_2 中碳原子达到 8 电子结构，电子式为 $\text{Ca}^{2+} (\text{:C} \equiv \text{C:})^{2-}$ ，A 错误；

B. H_2O 为 V 形结构，是极性分子，B 错误；

C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的氢氧根离子中含有 O-H 共价键，C 错误；

D. C_2H_2 中碳原子为 sp 杂化，空间结构为直线形，D 正确；

故选 D。

3. 《神农本草经》中记载的白矾主要成分为 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是

- A. 离子半径： $r(\text{Al}^{3+}) > r(\text{O}^{2-})$
- B. 碱性： $\text{KOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$

- C. 热稳定性: $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$ D. 第一电离能: $I_1(\text{S}) > I_1(\text{O})$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 电子层数越多半径越大, 电子层数相同时, 核电荷数越大, 半径越小; 离子半径: $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{O}^{2-})$,

A 错误;

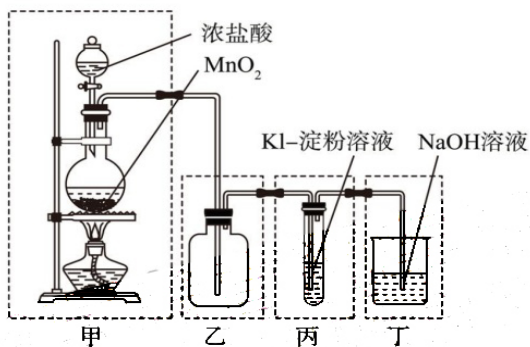
B. 同周期从左到右, 金属性减弱, 非金属性变强; 同主族由上而下, 金属性增强, 非金属性逐渐减弱; 根据金属性越强, 最高价氧化物对应水化物的碱性越强, 碱性: $\text{KOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$, B 正确;

C. 据非金属性越强, 其简单氢化物稳定性越强, 则最简单氢化物的稳定性: $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{O}$, C 错误;

D. 同一主族随原子序数变大, 原子半径变大, 第一电离能变小; 第一电离能: $I_1(\text{S}) < I_1(\text{O})$, D 错误;

故选 B。

4. 实验室制取 Cl_2 并探究其性质的装置如图所示。下列实验装置不能达到目的的是



- A. 用装置甲制取 Cl_2 B. 用装置乙获得纯净的 Cl_2
C. 用装置丙验证 Cl_2 可氧化 I^- D. 用装置丁吸收 Cl_2

【答案】B

【解析】

【分析】装置甲是利用二氧化锰与浓盐酸在加热条件下发生反应制备氯气, 装置乙是收集装置, 装置丙目的是检验氯气的氧化性, 氯气可与 KI 发生反应生成遇淀粉变蓝的碘单质, 装置丁为尾气处理装置, 可吸收多余氯气, 防止污染环境, 据此分析解答。

【详解】A. 用装置甲中二氧化锰与浓盐酸发生反应生成氯气、氯化锰和水, 从而可制取 Cl_2 , A 正确;

B. 制取的氯气中含挥发的 HCl 和水蒸气, 所以装置乙收集的氯气不纯, B 错误;

C. 装置丙中, 氯气可氧化 KI, 生成遇淀粉变蓝的碘单质, C 正确;

D. 装置丁中氢氧化钠可吸收多余的氯气, 防止污染环境, D 正确;

故选 B。

5. 第三周期元素的单质及其化合物具有重要用途。例如，在熔融状态下，可用金属钠制备金属钾； $MgCl_2$ 可制备多种镁产品：铝—空气电池具有较高的比能量，在碱性电解液中总反应式为 $4Al+3O_2+4OH^-+6H_2O=4[Al(OH)_4]^-$ ，高纯硅广泛用于信息技术领域，高温条件下，将粗硅转化为三氟硅烷 ($SiHCl_3$)，再经氢气还原得到高纯硅。下列说法正确的是

- A. 钠燃烧时火焰呈黄色与电子跃迁有关
- B. Mg^{2+} 基态核外电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^2$
- C. $1mol[Al(OH)_4]^-$ 中含有 $4mol\sigma$ 键
- D. Si—Si 键的键能大于 Si—O 键的键能

【答案】A

【解析】

【详解】A. 钠燃烧时火焰呈黄色是由于电子吸收能量变为激发态，又跃迁到较低能级释放出能量，故与电子跃迁有关，A 正确；

B. Mg^{2+} 为镁元素失去 2 个电子后形成的，基态核外电子排布式为 $1s^22s^22p^6$ ，B 错误；

C. $[Al(OH)_4]^-$ 中 1 个氢氧根含有 1 个 σ 键、又与铝原子形成 1 个配位键，故 $1mol[Al(OH)_4]^-$ 中含有 $8mol\sigma$ 键，C 错误；

D. 氧原子半径小于硅原子，Si—Si 键的键长大于 Si—O 键的键长，导致 Si—Si 键的键能小于 Si—O 键的键能，D 错误；

故选 A。

6. 第三周期元素的单质及其化合物具有重要用途。例如，在熔融状态下，可用金属钠制备金属钾； $MgCl_2$ 可制备多种镁产品：铝—空气电池具有较高的比能量，在碱性电解液中总反应式为 $4Al+3O_2+4OH^-+6H_2O=4[Al(OH)_4]^-$ ，高纯硅广泛用于信息技术领域，高温条件下，将粗硅转化为三氟硅烷 ($SiHCl_3$)，再经氢气还原得到高纯硅。下列化学反应表示正确的是

- A. 钠与水反应的离子方程式： $Na+2H_2O=Na^++2OH^-+H_2\uparrow$
- B. $MgCl_2$ 溶液显酸性的原因： $Mg^{2+}+2H_2O=Mg(OH)_2\downarrow+2H^+$
- C. 该铝—空气电池的负极反应式： $Al-3e^-+4OH^-=[Al(OH)_4]^-$
- D. $SiHCl_3$ 转化为高纯硅的化学方程式： $SiHCl_3+H_2=Si+3HCl$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 钠与水反应生成氢氧化钠溶液和水，故离子方程式为 $2Na+2H_2O=2Na^++2OH^-+H_2\uparrow$ ，故 A 错误；

- B. MgCl_2 溶液因水解而显碱性，离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ ，故 B 错误；
- C. 根据铝—空气电池在碱性电解液中总反应式为 $4\text{Al} + 3\text{O}_2 + 4\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 4[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ，可知负极反应式为 $\text{Al} - 3\text{e}^- + 4\text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ，故 C 正确；
- D. 在高温条件下， SiHCl_3 转化为高纯硅，故应为 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ ，故 D 错误；

故选 C。

7. 第三周期元素的单质及其化合物具有重要用途。例如，在熔融状态下，可用金属钠制备金属钾； MgCl_2 可制备多种镁产品；铝—空气电池具有较高的比能量，在碱性电解液中总反应式为 $4\text{Al} + 3\text{O}_2 + 4\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 4[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ，高纯硅广泛用于信息技术领域，高温条件下，将粗硅转化为三氟硅烷 (SiHCl_3)，再经氢气还原得到高纯硅。下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是

- A. 钠的密度比钾大，可用于冶炼金属钾
- B. 熔融的氯化镁能电解，可用作冶炼镁的原料
- C. 铝的金属活泼性强，可用于制作铝金属制品
- D. 晶体硅熔点高、硬度大，可用作通讯设备的芯片

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 钾比钠熔点低，反应置换出钾的蒸气，生成钾蒸气后逸出，反应平衡正移，可用于冶炼金属钾，A 错误；
- B. 氯化镁为离子化合物，熔融的氯化镁能电解生成镁，可用作冶炼镁的原料，B 正确；
- C. 铝的抗腐蚀性能差，可用于制作铝金属制品，C 错误；
- D. 晶体硅是良好的半导体，可用作通讯设备的芯片，D 错误；

故选 B。

8. 自然界与人类活动均对硫的循环产生影响。下列说法不正确的是

- A. 火山口附近的硫单质会被 O_2 直接氧化为 SO_3
- B. 大气中的 SO_2 遇雨水形成 H_2SO_4 进入地面或海洋
- C. 工业排放尾气中的 SO_2 可与 CaO 和 O_2 反应生成 CaSO_4
- D. 水垢中的 CaSO_4 可与饱和 Na_2CO_3 溶液反应生成 CaCO_3

【答案】A

【解析】

- 【详解】A. 硫和氧气生成二氧化硫不是三氧化硫，A 错误；

【详解】A. 该反应为气体分子数增加的反应， $\Delta S > 0$ ，A 错误；

B. 反应的平衡常数等于生成物浓度系数次方之积与反应物浓度系数次方之积的比值，该反应的平衡常数

$$K = \frac{c(\text{C}_3\text{H}_3\text{N}) \cdot c^3(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot c(\text{NH}_3) \cdot c^{1.5}(\text{O}_2)}$$

，B 正确；

C. 反应为气体分子数增加的反应，增大压强平衡逆向移动，丙烯腈产率降低，C 错误；

D. 氧元素与 0 价变为 -2 价， $\text{O}_2 \sim 4e^-$ ，该反应每消耗 1.5 mol O_2 ，转移电子的物质的量为 6 mol，D 错误；

故选 B。

11. 室温下，下列实验探究方案不能达到实验目的的是

选项	探究方案	实验目的
A	向 2 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液中滴加 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液，观察现象	比较 $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$ 和 $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 的大小
B	向 4 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液中滴加 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水至沉淀溶解，再加入 8 mL 95% 乙醇，过滤	制备 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体
C	把两个体积相同、封装有等量 NO_2 和 N_2O_4 混合气体的烧瓶分别同时浸泡在热水和冰水中，观察混合气体的颜色变化	探究温度对化学平衡的影响
D	向溶液 X 中滴加少量稀硝酸，然后滴入几滴 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，观察现象	检验溶液 X 是否含有 SO_4^{2-}

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A. 碳酸钠和乙酸生成二氧化碳气体，说明乙酸酸性强于碳酸， $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$ 大于 $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ，A 项不符合题意；

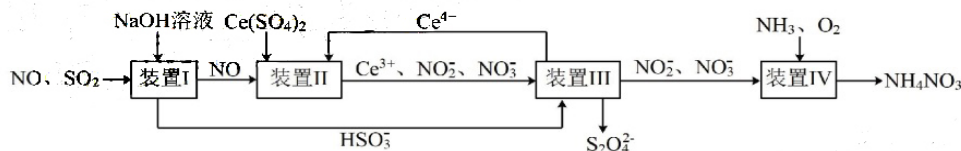
B. 向 4 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液中滴加 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水至沉淀溶解，得到铜氨溶液，再加入 8 mL 95% 乙醇 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 溶解度减小析出 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体，B 项不符合题意；

C. NO_2 和 N_2O_4 分别为红棕色和无色气体，且两者转化为可逆反应，把两个体积相同、封装有等量 NO_2 和 N_2O_4 混合气体的烧瓶分别同时浸泡在热水和冰水中，观察混合气体的颜色变化可以判断平衡移动情况，能探究温度对化学平衡的影响，C 项不符合题意；

D. 若溶液中含有亚硫酸根离子，亚硫酸根离子会被硝酸氧化为硫酸根离子，硫酸根离子和钡离子生成硫酸钡沉淀，故不能检验溶液 X 是否含有 SO_4^{2-} ，D 项符合题意。

故选 D。

12. 利用 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 溶液处理尾气中的 SO_2 和 NO ，获得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 和 NH_4NO_3 的流程如图：



下列说法正确的是

- A. “装置 I”所得 NaHSO_3 溶液 $\text{pH} < 7$ ，则溶液中： $c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{SO}_3)$
- B. “装置 II”中每消耗 1mol Ce^{4+} 可吸收 22.4L NO
- C. “装置 III”为电解槽，阴极反应为 $2\text{HSO}_3^- - 2e^- = \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{OH}^-$
- D. “装置 IV”所得 NH_4NO_3 溶液中存在 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{NO}_3^-)$

【答案】A

【解析】

【分析】尾气通过氢氧化钠二氧化硫转化为亚硫酸氢盐，一氧化氮再通过 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 溶液吸收转变为亚硝酸根离子、硝酸根离子、 Ce^{3+} 离子，通过装置 III 得到 Ce^{3+} 、 $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ ，亚硝酸根离子、硝酸根离子进入装置 IV 和氨气、氧气反应转化为硝酸铵。

【详解】A. “装置 I”所得 NaHSO_3 溶液 $\text{pH} < 7$ ，则溶液中亚硫酸根离子电离大于水解，说明 $c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{SO}_3)$ ，

A 正确；

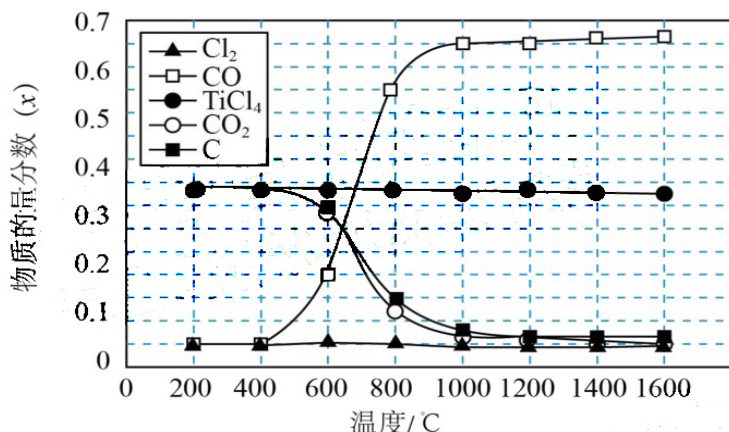
B. 不确定是否为标况，不能计算吸收一氧化氮的量，B 错误；

C. “装置 III”为电解槽，阴极发生得到电子的还原反应，不是氧化反应，C 错误；

D. “装置 IV”所得 NH_4NO_3 溶液中根据电荷守恒存在 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$ ，D 错误；

故选 A。

13. 将金红石(TiO_2)转化为 TiCl_4 是生产金属钛的关键步骤。在 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ，将 TiO_2 、C、 Cl_2 以物质的量比 1: 2: 2 进行反应，平衡体系中主要物质的物质的量分数(x)随温度变化理论计算结果如图所示。



下列说法不正确的是

- A. 200~1600°C 反应达到平衡时, TiO₂ 的转化率均已接近 100%
- B. 将 400°C 时的平衡体系加热至 800°C, 平衡 $C(s)+CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ 向正反应方向移动
- C. 1000°C 时, 测得某时刻 $x(TiCl_4)=0.2$. 其他条件不变, 延长反应时间能使 $x(TiCl_4)$ 超过该温度下平衡时的 $x(TiCl_4)$
- D. 实际生产时反应温度选择 900°C 而不选择 200°C, 其主要原因是: 900°C 比 200°C 时化学反应速率更快, 生产效益更高

【答案】C

【解析】

【分析】在 $1.0 \times 10^5 Pa$, 将 TiO₂、C、Cl₂ 以物质的量比 1:2:2 进行反应, 反应为 $TiO_2+2C+2Cl_2 \xrightarrow{高温} TiCl_4+2CO$;

【详解】A. 由分析可知, 三者完全反应时, 生成 TiCl₄、CO 的物质的量之比为 1:2, 此时 TiCl₄ 的物质的量分数约为 33.3%, 结合图像可知, 200~1600°C 反应达到平衡时, TiCl₄ 的物质的量分数约为 33.3%, 则 TiO₂ 转化率均已接近 100%, A 正确;

B. 结合图像可知, 将 400°C 时的平衡体系加热至 800°C, 二氧化碳含量减小、一氧化碳含量增加, 则平衡 $C(s)+CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ 向正反应方向移动, B 正确;

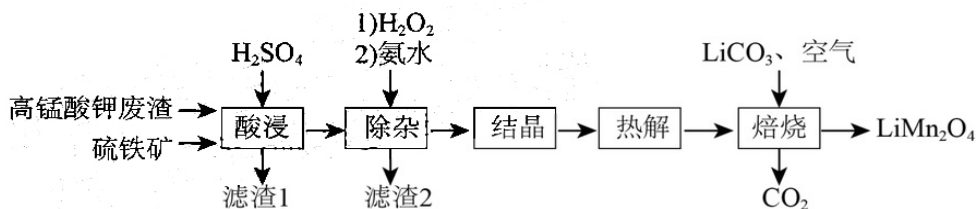
C. 延长时间不能改变平衡时物质的转化率和产率, C 错误;

D. 温度越高反应速率越快, 单位时间产率越高, 实际生产时反应温度选择 900°C 而不选择 200°C, 其主要原因是: 900°C 比 200°C 时化学反应速率更快, 生产效益更高, D 正确;

故选 C。

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. LiMn_2O_4 是一种锂离子电池的正极材料。用高锰酸钾废渣(主要成分为 MnO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2)和硫铁矿(主要成分为 FeS_2)制备 LiMn_2O_4 的工艺流程如图:



已知: ①酸浸液主要含有 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等金属离子;

②25℃时, 相关物质的 K_{sp} 见表。

物质	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$
K_{sp}	$1 \times 10^{-16.3}$	$1 \times 10^{-38.6}$	$1 \times 10^{-32.3}$	$1 \times 10^{-12.7}$

(1) 酸浸。 MnO_2 与 FeS_2 反应生成 Fe^{3+} 和 SO_4^{2-} 的离子方程式为____。保持温度、浸取时间不变, 能提高锰元素浸出率的措施有____。

(2) 除杂。欲使溶液中的 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 沉淀完全, 调节溶液的 pH 最小值为____(当溶液中某离子浓度 $c \leq 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 可认为该离子沉淀完全)。

(3) 热解。在真空中加热分解 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 测得固体的质量随温度变化如图 1 所示。真空热解 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 制备 Mn_3O_4 , 需控制的温度为____。(写出计算推理过程)。

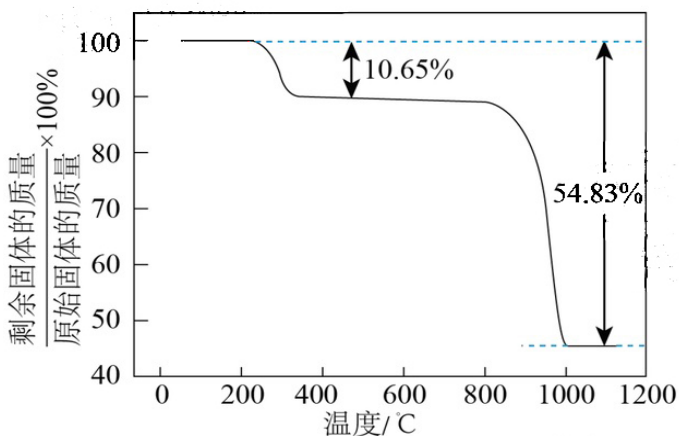
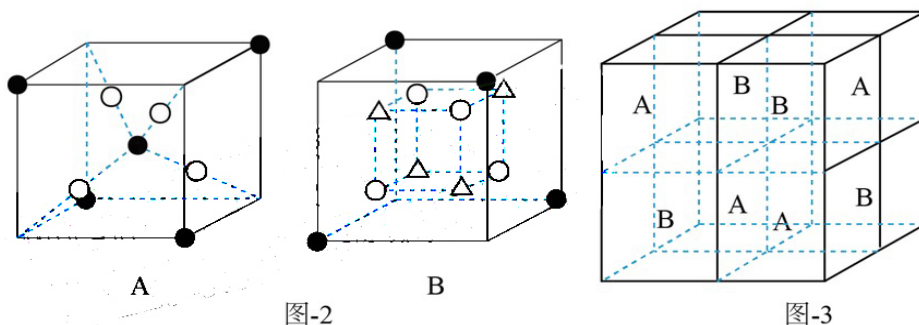


图-1

(4) 焙烧。生成 LiMn_2O_4 的反应中, 还原剂是____(填化学式)。

(5) 一种 LiMn_2O_4 晶胞可看成由图 2 中 A、B 单元按图 3 方式构成。图 2 中“○”表示 O^{2-} , 则“●”表示的微粒是____(填离子符号)。



【答案】(1) ①. $15\text{MnO}_2 + 2\text{FeS}_2 + 28\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 14\text{H}_2\text{O} + 4\text{SO}_4^{2-} + 15\text{Mn}^{2+}$ ②. 矿渣粉碎

(2) 4.9 (3) 根据质量守恒可知, $3\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \sim \text{Mn}_3\text{O}_4$, 此时 Mn_3O_4 的质量占原固体质量的 $\frac{3 \times 55 + 16 \times 4}{3 \times (55 + 32 + 16 \times 4 + 18)} \times 100\% \approx 45.17\%$, 失重 $1 - 45.17\% = 54.83\%$, 结合图像可知, 需控制温度在

1000-1200°C

(4) Mn_3O_4 (5) Li^+

【解析】

【分析】高锰酸钾废渣和硫酸铁矿混合酸浸, 锰、铁、铝转化为相应的盐溶液, 二氧化硅不反应过滤掉, 滤液加入过氧化氢将二价铁转化为三价铁, 加入氨水调节 pH 除去铁、铝, 滤液结晶得到 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热解制备 Mn_3O_4 , Mn_3O_4 加入碳酸锂、空气焙烧得到 LiMn_2O_4 ,

【小问 1 详解】

MnO_2 与 FeS_2 在酸性条件发生氧化还原反应生成 Fe^{3+} 和 SO_4^{2-} 、锰离子, 离子方程式为

$15\text{MnO}_2 + 2\text{FeS}_2 + 28\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 14\text{H}_2\text{O} + 4\text{SO}_4^{2-} + 15\text{Mn}^{2+}$ 。保持温度、浸取时间不变, 能提高锰元素浸出率的措施有矿渣粉碎增加接触面积、搅拌等;

【小问 2 详解】

由表可知, 氢氧化铁更难溶, 当氢氧化铝完全沉淀时铁离子已经完全沉淀, 故欲使溶液中的 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 沉淀

完全, 氢氧根离子浓度为 $\sqrt[3]{\frac{1 \times 10^{-32.3}}{1 \times 10^{-5}}} = 10^{-9.1}$, $\text{pOH} = 9.1$, $\text{pH} = 4.9$, 故调节溶液的 pH 最小值为 4.9;

【小问 3 详解】

根据质量守恒可知, $3\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \sim \text{Mn}_3\text{O}_4$, 此时 Mn_3O_4 的质量占原固体质量的

$\frac{3 \times 55 + 16 \times 4}{3 \times (55 + 32 + 16 \times 4 + 18)} \times 100\% \approx 45.17\%$, 失重 $1 - 45.17\% = 54.83\%$, 结合图像可知, 需控制温度在

1000-1200°C;

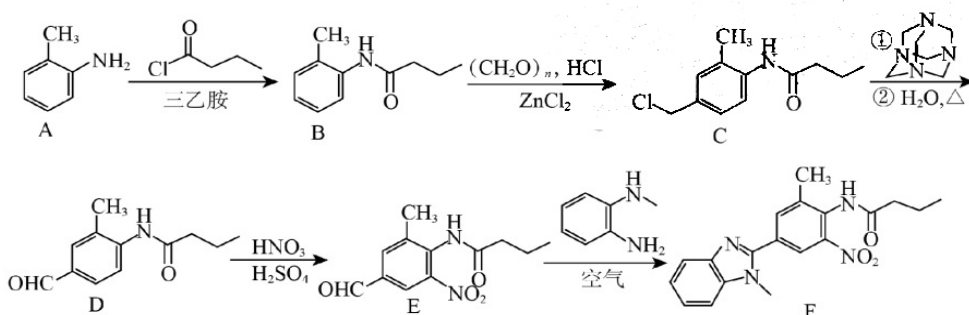
【小问 4 详解】

热解 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 制备 Mn_3O_4 ，加入碳酸锂、空气焙烧得到 $LiMn_2O_4$ ，反应中锰元素化合价升高反应氧化反应，故还原剂是 Mn_3O_4 ；

【小问 5 详解】

由图可知，一个晶胞中含有 AB 比例为 1:1；A 中氧离子位于体内数目为 4、●位于体心和顶点数目为 $1+4 \times \frac{1}{8}=1.5$ ；B 中氧离子位于体内数目为 4、●位于顶点数目为 $4 \times \frac{1}{8}=0.5$ 、△为体内数目为 4；则一个晶胞内氧离子、●、△数目比为 8：2.4=4：1.2，结合化学式可知，“●”表示的微粒是锂离子 Li^+ 。

15. 抗高血压药物替米沙坦中间体 F 的合成路线如图：



(1) A 与邻二甲苯的相对分子质量接近，但沸点却高于邻二甲苯，其原因是_____。

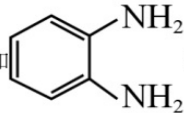
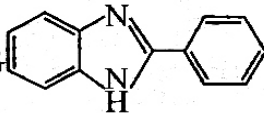
(2) B→C 的反应有中间体 X($C_{12}H_{17}O_2N$)生成，中间体 X 的结构简式为_____。

(3) D→E 的反应类型为_____。

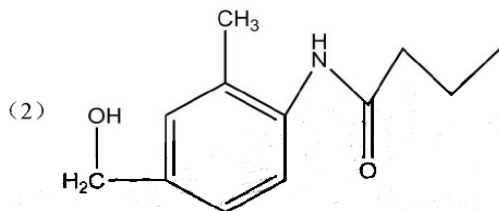
(4) B 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式：_____。

①分子中不同化学环境的氢原子个数比是 9：2：2：2。

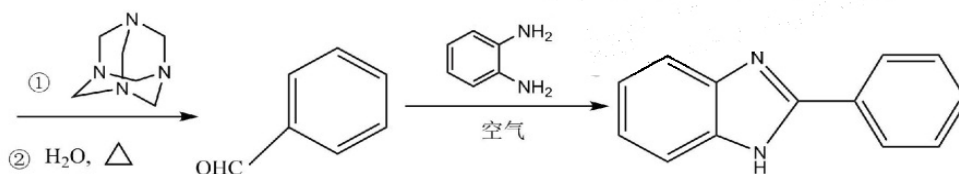
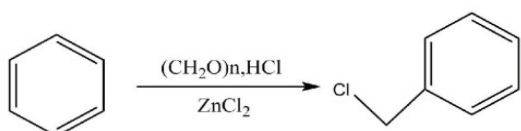
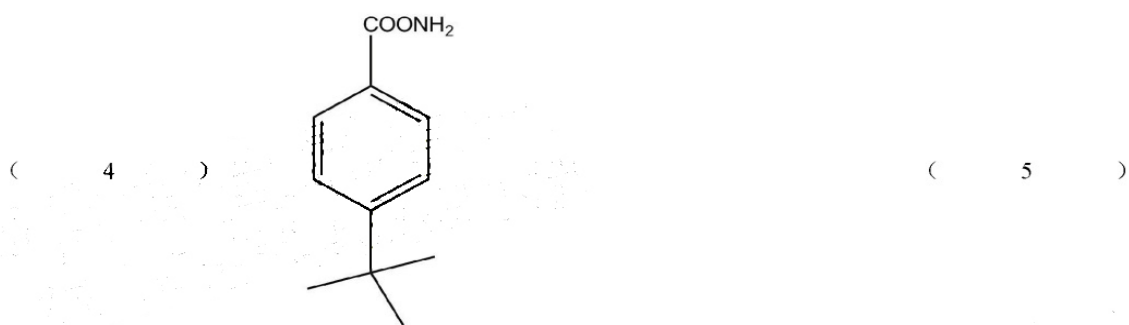
②在热的 NaOH 溶液中完全水解，生成 NH_3 和另一种化合物。

(5) 写出以苯、 $(CH_2O)_n$ 和  为有机原料制备  的合成路线流程图(无机试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示例见本题题干)_____。

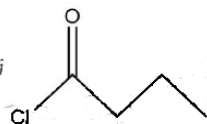
【答案】(1) A 中含有 $-NH_2$ ，可以形成氢键

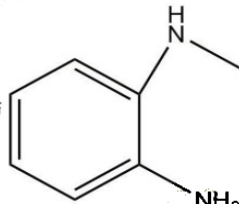


(3) 取代反应



【解析】

【分析】A 与  发生取代反应生产 B，B 中苯环上一个氢被取代生成 C，C 氯原子被转化

为醛基生成 D，D 与硝酸发生取代反应生产 E，E 与  生成 F；

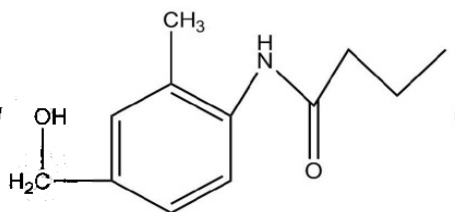
【小问 1 详解】

A 与邻二甲苯的相对分子质量接近，但沸点却高于邻二甲苯，其原因是 A 中含有-NH₂，可以形成氢键，导致沸点升高；

【小问 2 详解】

C 化学式为 C₁₂H₁₆ONCl，B→C 的反应有中间体 X(C₁₂H₁₇O₂N)生成，结合 C 化学式可知，中间体 X 与 C 的

不同之处在于苯环甲基间位的取代基不同，X为



【小问3详解】

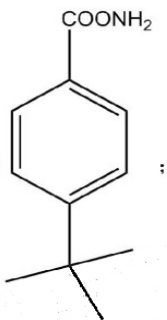
D→E 的反应为苯环上一个氢原子被硝基取代的反应，属于取代反应；

【小问4详解】

B的一种同分异构体同时满足下列条件：

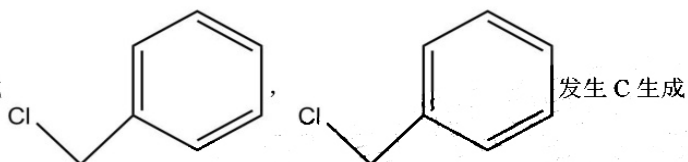
- ①分子中不同化学环境的氢原子个数比是 9：2：2：2，则可能含有 3 个甲基且苯环上取代基对称性较好。
- ②在热的 NaOH 溶液中完全水解，生成 NH₃ 和另一种化合物，则含有 -COONH₂。

则其结构简式为

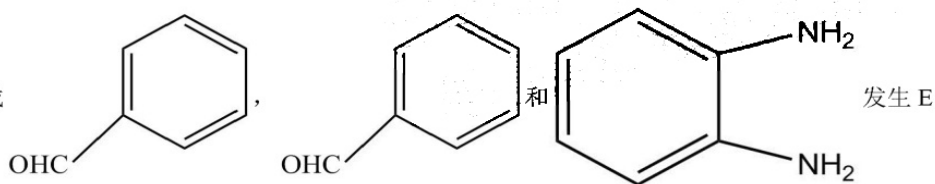


【小问5详解】

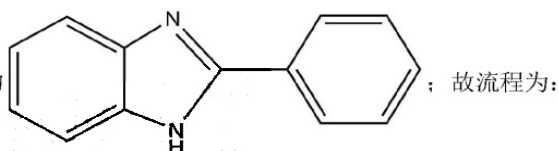
苯、(CH₂O)_n 发生 B 生成 C 的反应原理生成



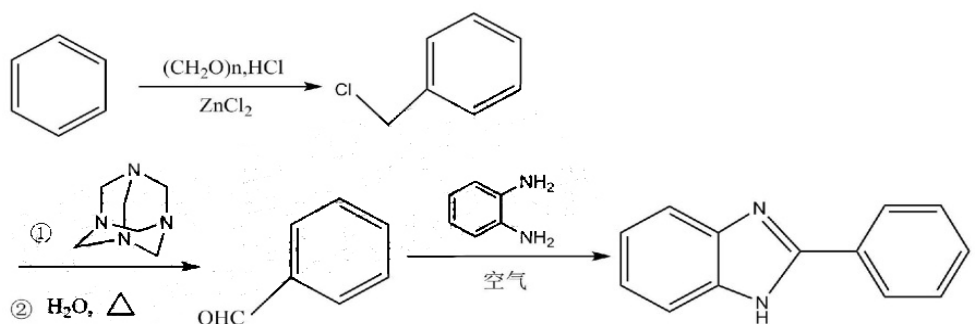
D 的反应原理生成



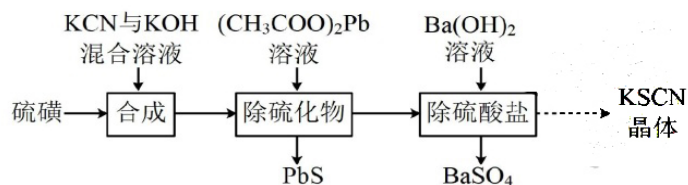
生成 F 的反应原理生成最终产物



；故流程为：



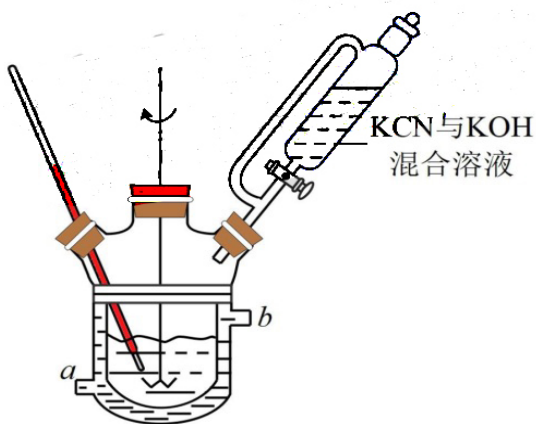
16. 硫氰化钾(KSCN)是常用的分析试剂,用硫磺与 KCN 等为原料制备 KSCN 的实验流程如图:



已知: ① $K_a(\text{HSCN})=0.13$, $K_a(\text{HCN})=6.2 \times 10^{-10}$, $K_{sp}(\text{PbS})=9.0 \times 10^{-29}$



(1) 合成。将硫磺与一定量水配成悬浊液加入如图所示的反应釜中,在搅拌下滴入 KCN 与 KOH 混合溶液。



① 冷水从___(填“a”或“b”)端通入。

② 若反应温度过高,可采取的措施有:减慢滴加 KCN 与 KOH 混合溶液的速率、___。

③ 反应釜中还有副反应发生,如硫磺与 KOH 溶液反应生成 K_2S 和 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$,该反应的化学方程式为___。

(2) 除硫化物。由于成品中不能含有铅,故加入 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 溶液只能略微不足。证明 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 溶液略微不足的实验操作与现象是___。

(3) 除硫酸盐。选用 Ba(OH)_2 溶液而不选用 BaCl_2 溶液的原因是___。

(4) KSCN 纯度测定。溶液 pH 介于 0~1 时, 用 KSCN 溶液滴定已知浓度的 AgNO_3 溶液来测定 KSCN 纯度, 发生反应为 $\text{SCN}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgSCN}\downarrow$ 。请补充完整实验方案: ①准确称取 1.0000g 样品, 溶于适量蒸馏水, 将溶液完全转移到 100.00mL 容量瓶中, 定容得溶液 A; ②量取 20.00mL ____; ③重复实验两次, 计算消耗溶液 A 的平均体积为 $V\text{mL}$; ④通过公式 $w(\text{KSCN}) = \frac{1940}{V} \%$ 计算 KSCN 的质量分数[实验中须使用的试剂: $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液、 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 溶液、 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液]。

【答案】(1) ①. a ②. 加快冷却水的流速 ③. $4\text{S} + 6\text{KOH} = 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$

(2) 取沉淀后上层清液, 向清液中滴加醋酸铅溶液, 生成极少量的沉淀, 说明 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 溶液略微不足

(3) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液可以和硫酸根离子生成硫酸钡沉淀且使溶液显碱性利于生成 KSCN, 若选用 BaCl_2 溶液会引入氯离子杂质

(4) 量取 20.00mL $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液, 加入 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 溶液为调节 pH 为 0~1, 加入几滴 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液, 使用溶液 A 滴定硝酸银溶液至最后一滴溶液 A 加入后溶液显红色, 且半分钟内不褪色

【解析】

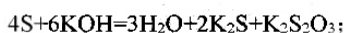
【分析】硫磺与 KCN、KOH 混合溶液反应生成硫氰化钾, 加入醋酸铅溶液除去硫离子, 过滤滤液加入氢氧化钡溶液除去硫酸根离子, 经过一系列操作得到硫氰化钾晶体。

【小问 1 详解】

①冷水从 a 端通入 b 端流出可以有更好的冷却效果。

②若反应温度过高, 可采取的措施有: 减慢滴加 KCN 与 KOH 混合溶液的速率、加快冷却水的流速等。

③硫磺与 KOH 溶液反应生成 K_2S 和 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 根据质量守恒还会生成水, 该反应的化学方程式为



【小问 2 详解】

硫离子和铅离子生成硫化铅沉淀, 取沉淀后上层清液, 向清液中滴加醋酸铅溶液, 生成极少量的沉淀, 说明 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 溶液略微不足;

【小问 3 详解】

选用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液可以和硫酸根离子生成硫酸钡沉淀且使溶液显碱性利于生成 KSCN, 若选用 BaCl_2 溶液会引入氯离子杂质导致引入 KCl;

【小问 4 详解】

溶液 pH 介于 0~1 时, 用 KSCN 溶液滴定已知浓度的 AgNO_3 溶液来测定 KSCN 纯度, 发生反应为 $\text{SCN}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgSCN}\downarrow$; 结合题干实验操作可知, 实验为用溶液 A 滴定 20.00mL $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液, SCN^- 能和铁离子反应使溶液显红色, 则使用 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液为指示剂、 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 溶液为调节溶液的 pH, 操作②为: 量取 20.00mL $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液, 加入 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 溶液为调节 pH 为 0~1, 加入几滴

$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液，使用溶液 A 滴定硝酸银溶液至最后一滴溶液 A 加入后溶液显红色，且半分钟内不褪色。

17. 不同催化剂作用下 NH_3 还原 NO_x 的机理与效果是研究烟气(含 NO_x 、 O_2 、 N_2 等)脱硝的热点。

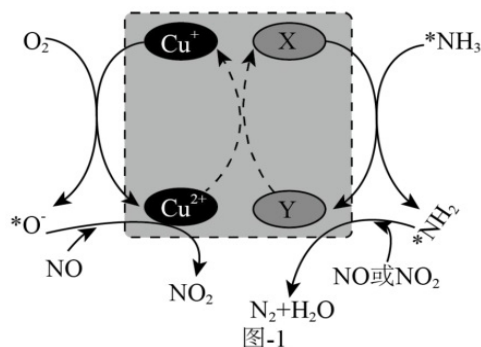
(1) NH_3 还原 NO 的主反应为 $4\text{NH}_3(\text{g})+4\text{NO}(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})=4\text{N}_2(\text{g})+6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

已知: $\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{NO}(\text{g}) \Delta H=+180.5\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$4\text{NH}_3(\text{g})+3\text{O}_2(\text{g})=2\text{N}_2(\text{g})+6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H=-1269\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

上述主反应的 $\Delta H=$ _____。

(2) 在某钒催化剂中添加一定量 Cu_2O 可加快 NO 的脱除效率，其可能机理如图 1 所示(*表示物种吸附在催化剂表面，部分物种未画出)。

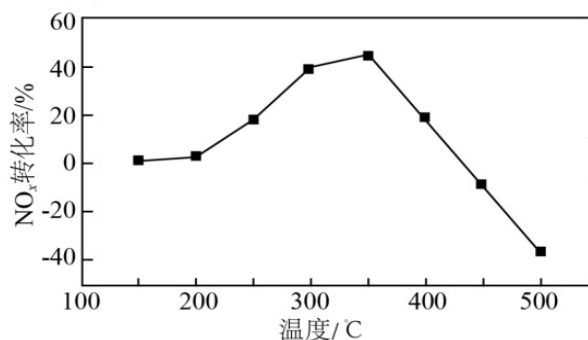


①X、Y 处 V 元素化合价为+4 或+5 价。X 处 V 元素化合价为_____。

② NO 转化为 N_2 的机理可描述为_____。

③烟气中若含有 SO_2 ，会生成 NH_4HSO_4 堵塞催化剂孔道。生成 NH_4HSO_4 的化学方程式为_____。

(3) 将模拟烟气(一定比例 NO_x 、 NH_3 、 O_2 和 N_2)以一定流速通过装有 Fe/Zr 催化剂的反应管，测得 NO_x 转化率随温度变化的曲线如图 2 所示。



①温度低于 350°C 时， NO_x 转化率随温度升高而增大，其可能原因是_____。

②温度高于 450°C 时， NO_x 转化率已降低为负值，其可能原因是_____。

【答案】(1) $-1630\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ①. +5 ②. NO、 $\cdot\text{O}^-$ 、 Cu^{2+} 反应生成 NO_2 与 Cu^+ ，NO 或 NO_2 分别与 $\cdot\text{NH}_2$ 反应生成 N_2 和 H_2O

③. $\text{O}_2+2\text{SO}_2+2\text{NH}_3+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NH}_4\text{HSO}_4$

(3) ①. 温度升高，催化剂活性增强均使活化分子百分数增加，单位时间内活化分子有效碰撞次数增加，反应速率加快 ②. 温度高于 450°C 时， NH_3 与 O_2 反应生成较多量 NO_x ，使得流出反应管的 NO_x 总量超过流出反应管的 NO_x 总量

【解析】

【小问 1 详解】

已知：① $\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{NO}(\text{g}) \Delta H=+180.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

② $4\text{NH}_3(\text{g})+3\text{O}_2(\text{g})=2\text{N}_2(\text{g})+6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H=-1269\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

由盖斯定律可知， $-2\times①+②$ 得到主反应，则主反应的 $\Delta H=-2\times(+180.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})+(-1269\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})=-1630\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；

【小问 2 详解】

①X、Y 处 V 元素化合价为+4 或+5 价。铜离子和 Y 反应生成亚铜离子和 X，根据电子守恒可知，Y 生成 X 时，V 的化合价升高，则 X 处 V 元素化合价为+5。

②由图可知，NO 转化为 N_2 的机理可描述为 NO、 $\cdot\text{O}^-$ 、 Cu^{2+} 反应生成 NO_2 与 Cu^+ ，NO 或 NO_2 分别与 $\cdot\text{NH}_2$ 反应生成 N_2 和 H_2O ；

③氧气具有氧化性可以把烟气中二氧化硫中四价硫转化为六价硫，生成 NH_4HSO_4 堵塞催化剂孔道，生成 NH_4HSO_4 的化学方程式为 $\text{O}_2+2\text{SO}_2+2\text{NH}_3+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NH}_4\text{HSO}_4$ ；

【小问 3 详解】

①烟气以一定流速通过装有 Fe/Zr 催化剂的反应管，反应不一定达到平衡状态，反应速率随温度的升高而升高，温度低于 350°C 时， NO_x 转化率随温度升高而增大，其可能原因是温度升高，催化剂活性增强均使活化分子百分数增加，单位时间内活化分子有效碰撞次数增加，反应速率加快。

②催化剂需要一定的活性温度，温度过高导致催化剂失去活性，故温度高于 450°C 时， NO_x 转化率已降低为负值，其可能原因是温度高于 450°C 时， NH_3 与 O_2 反应生成较多量 NO_x ，使得流出反应管的 NO_x 总量超过流出反应管的 NO_x 总量。

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信信号：**zizzsw**。



 微信搜一搜

 自主选拔在线