



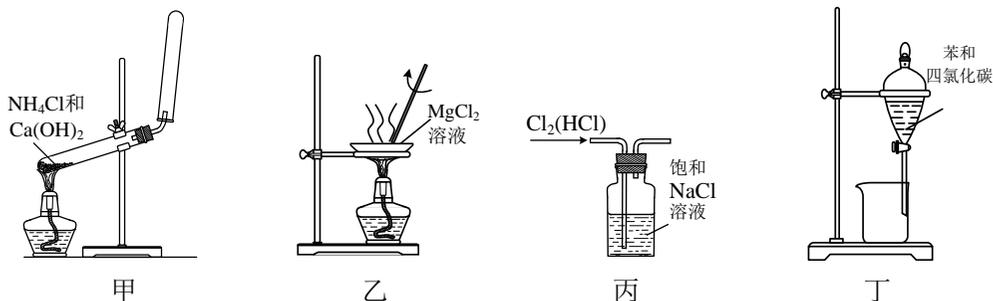
4. 室温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是

- A.  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{HCl}$  溶液:  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- B.  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{KOH}$  溶液:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$
- C.  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$  溶液:  $\text{K}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{MnO}_4^-$
- D.  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaClO}$  溶液:  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{S}^{2-}$

5. 下列指定反应的离子方程式正确的是

- A. 将  $\text{Cl}_2$  通入热的  $\text{NaOH}$  溶液:  $\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- B. 用醋酸除水垢:  $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} = 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- C. 酸性  $\text{FeSO}_4$  溶液长期放置发生变质:  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 向  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中加入过量  $\text{NaOH}$  溶液并加热:  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

6. 下列图示装置和原理能达到实验目的的是



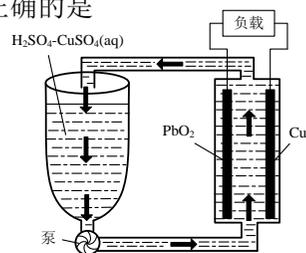
- A. 用装置甲制取并收集氨气
- B. 用装置乙制取无水氯化镁
- C. 用装置丙除去氯气中的氯化氢
- D. 用装置丁分离苯和四氯化碳

7. 在给定条件下，下列选项所示的物质间转化均能实现的是

- A.  $\text{CaCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO}$
- B.  $\text{Na} \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{O}_2} \text{Na}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NaOH}$
- C.  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n(\text{淀粉}) \xrightarrow[\Delta]{\text{稀H}_2\text{SO}_4} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{葡萄糖}) \xrightarrow{\text{酒化酶}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- D.  $\text{Cu}_2\text{S} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{Cu} \xrightarrow{\text{稀硫酸}} \text{CuSO}_4$

8. 右图是一种电解质溶液可以循环流动的新型电池。下列说法正确的是

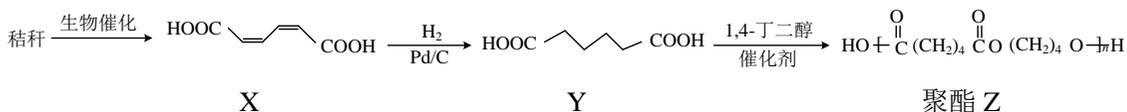
- A.  $\text{Cu}$  电极为正极
- B.  $\text{PbO}_2$  电极反应式:  $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 放电后循环液中  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{CuSO}_4$  物质的量之比变小
- D. 若将  $\text{Cu}$  换成  $\text{Pb}$ ，则电路中电子转移方向改变



9. 短周期主族元素X、Y、Z、W原子序数依次增大，X是非金属性最强的元素，Y是地壳中含量最高的金属元素，Y、Z处于同一周期且相邻，W原子最外层电子比内层电子少3个。下列说法正确的是
- A. 原子半径： $r(X) < r(Y) < r(Z) < r(W)$
- B. X与Z组成的化合物是离子化合物
- C. Z的简单气态氢化物的热稳定性比W的强
- D. 元素Y、W最高价氧化物的水化物之间能反应生成盐和水
10. 下列说法正确的是
- A. 由 $\text{CH}_4$ 、 $\text{O}_2$ 和 $\text{KOH}$ 溶液组成的燃料电池，负极反应为 $\text{CH}_4 + 8\text{OH}^- - 8\text{e}^- = \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- B. 常温下，反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ 能自发进行，该反应 $\Delta H < 0$
- C. 反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 达平衡后，缩小容器体积， $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 平衡转化率不变
- D.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液加水稀释， $\frac{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{NH}_4^+)}$ 的值减小

**不定项选择题：本题包括5小题，每小题4分，共计20分。每小题只有一个或两个选项符合题意。若正确答案只包括一个选项，多选时，该小题得0分；若正确答案包括两个选项，只选一个且正确的得2分，选两个且都正确的得满分，但只要选错一个，该小题就得0分。**

11. 下图是以秸秆为原料制备某种聚酯高分子化合物的合成路线：

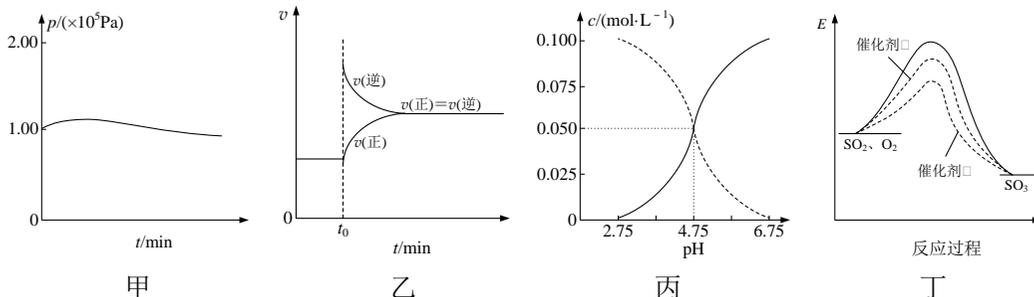


下列有关说法正确的是

- A. X的化学式为 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$
- B. Y分子中有1个手性碳原子
- C. Y和1,4-丁二醇通过加聚反应生成聚酯Z
- D. 消耗Y和1,4-丁二醇的物质的量之比为1:1
12. 下列根据实验操作和现象所得出的结论正确的是

选项	实验操作和现象	结论
A	将废铁屑溶于过量盐酸，滴入KSCN溶液，未见溶液变为红色	该废铁屑中不含三价铁的化合物
B	向 $\text{AgCl}$ 悬浊液中滴入数滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液，有黄色沉淀生成	$K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$
C	向a、b两试管中同时加入4 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液和2 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，再向a试管内加入少量 $\text{MnSO}_4$ ，a试管中溶液褪色较快	$\text{MnSO}_4$ 是 $\text{KMnO}_4$ 和 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 反应的催化剂
D	向苯酚浊液中加入热的氢氧化钠溶液，浊液变澄清	苯酚显酸性

13. 根据下列图所示所得出的结论正确的是



- A. 图甲是一定温度下，处于恒容密闭容器、弱酸性环境下的铁钉发生腐蚀过程中体系压强变化的曲线，可推知初始阶段铁钉主要发生析氢腐蚀
- B. 图乙是平衡体系  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \quad \Delta H = -56.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  改变某一条件后  $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$  的变化情况，可推知  $t_0$  时刻改变的条件是升高温度
- C. 图丙是某温度下  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的醋酸与醋酸钠混合溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 、 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  与 pH 的关系，可推知该温度下 pH=3 的溶液中： $K_a < 10^{-4.75}$
- D. 图丁中虚线是  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  在催化剂存在下反应过程中能量的变化情况，可推知催化剂 I 的催化效果更好

14. 室温下， $K_a(\text{HCN}) = 6.2 \times 10^{-10}$ ， $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-2}$ ， $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-5}$ 。若溶液混合引起的体积变化可忽略，室温时下列指定溶液中微粒物质的量浓度关系正确的是

A.  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaCN 溶液与等体积、等浓度盐酸混合：

$$c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{HCN}) > c(\text{CN}^-)$$

B. 向  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaHC}_2\text{O}_4$  溶液中加入 NaOH 溶液至 pH=7：

$$c(\text{Na}^+) < 2[c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)]$$

C.  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaCN 溶液与  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaHC}_2\text{O}_4$  溶液的比较：

$$c(\text{CN}^-) < c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$$

D.  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaCN 溶液与  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaHC}_2\text{O}_4$  溶液等体积混合：

$$c(\text{Na}^+) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

15. I、II、III 三个容积均为 1 L 的恒容密闭容器中均投入 1 mol  $\text{CO}_2$  和 3 mol  $\text{H}_2$ ，在不同温度下发生反应： $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。反应 10 min，测得各容器内  $\text{CO}_2$  的物质的量分别如右图所示。下列说法正确的是

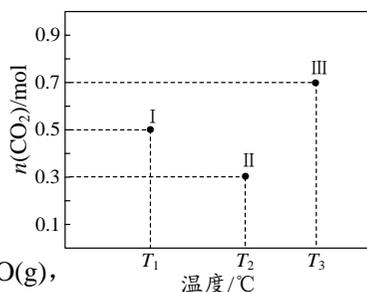
A. 该正反应  $\Delta H < 0$

B.  $T_1$  时，该反应的平衡常数为  $\frac{4}{27}$

C. 10 min 内，容器 II 中的平均速率：

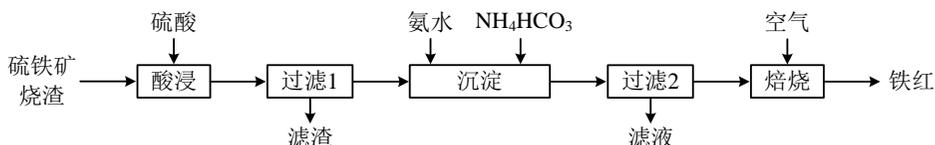
$$v(\text{H}_2) = 0.07 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$$

D. 10 min 后，向容器 III 中再加入 1 mol  $\text{CO}_2(\text{g})$  和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，此时  $v(\text{逆}) > v(\text{正})$



## 非选择题

16. (12分) 铁红( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )常用于油漆、油墨及橡胶工业。工业上以一定质量的硫铁矿烧渣(主要成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ，另含少量难溶杂质)为主要原料制备铁红的一种工艺流程如下:



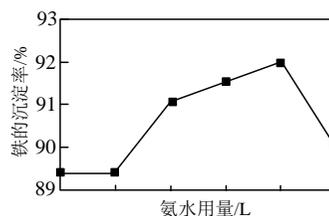
已知: 某些过渡元素(如 Cu、Fe、Ag 等)的离子能与  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{SCN}^-$  等形成可溶性配合物。

(1) 工业常将硫铁矿烧渣经过粉碎后再进行“酸浸”，其目的是 ▲。

(2) “酸浸”时加入的硫酸不宜过量太多的原因是 ▲。

(3) “过滤 1”所得滤液中含有的阳离子有 ▲。

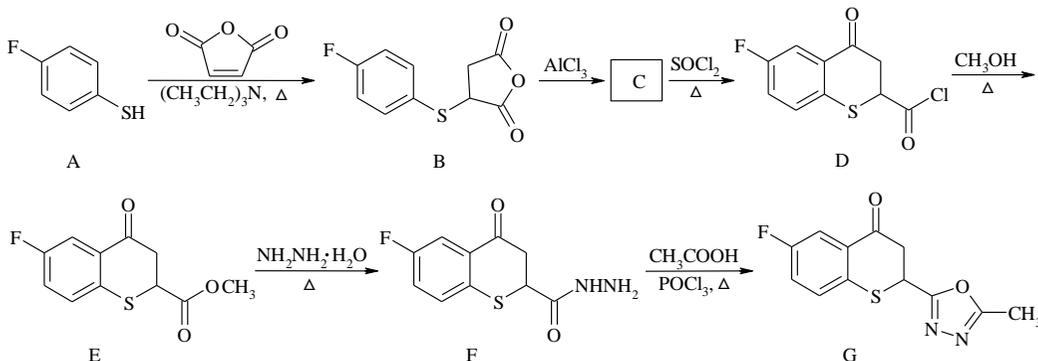
(4) “沉淀”过程中，控制  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  用量不变，铁的沉淀率随氨水用量变化如右图所示。当氨水用量超过一定体积时，铁的沉淀率下降。其可能的原因是 ▲。



(5) “过滤 2”所得滤渣的主要成分为  $\text{FeOOH}$  和  $\text{FeCO}_3$ ，所得滤液中的主要溶质是 ▲ (填化学式)。

(6) 写出  $\text{FeCO}_3$  在空气中焙烧生成铁红的化学方程式: ▲。

17. (15分) 化合物 G 对白色念珠菌具有较强的抑制作用。G 可经下图所示合成路线制备:



请回答下列问题:

(1)  $\text{A} \rightarrow \text{B}$  的反应类型是 ▲。

(2) E 中含氧官能团的名称为 ▲ 和 ▲。

(3) C 与 B 互为同分异构体，能与小苏打反应放出  $\text{CO}_2$ ，且能与  $\text{SOCl}_2$  发生取代反应生成 D。写出 C 的结构简式: ▲。

(4) 写出同时满足下列条件的 D 的一种同分异构体的结构简式: ▲。(不考虑立体异构)  
①含有一  $\text{SH}$  结构。

②能在酸性条件下发生水解反应，两种水解产物均含有三种不同环境的 H 原子。其中一种水解产物既能遇  $\text{FeCl}_3$  溶液显色，又能与  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液发生加成反应。

(5) 写出以甲苯和乙醇为原料制备 的合成路线流程图(无机试剂任用，合成路线流程图示例见本题题干)。

18. (12分)某十钒酸铵 $[(\text{NH}_4)_x\text{H}_{6-x}\text{V}_{10}\text{O}_{28}\cdot y\text{H}_2\text{O}]$  (其中钒为+5价)常用来制造高端钒铝合金。

I.  $(\text{NH}_4)_x\text{H}_{6-x}\text{V}_{10}\text{O}_{28}\cdot y\text{H}_2\text{O}$  的制备

将  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  溶于 pH 为 4 的弱酸性介质后, 加入乙醇, 过滤得到  $(\text{NH}_4)_x\text{H}_{6-x}\text{V}_{10}\text{O}_{28}\cdot y\text{H}_2\text{O}$  晶体。乙醇的作用是 ▲。

II.  $(\text{NH}_4)_x\text{H}_{6-x}\text{V}_{10}\text{O}_{28}\cdot y\text{H}_2\text{O}$  的组成测定

(1)  $\text{NH}_4^+$  含量测定

准确称取 0.3636 g 该十钒酸铵晶体, 加入蒸馏水和 NaOH 溶液, 加热煮沸, 生成的氨气用 20.00 mL  $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  盐酸标准溶液吸收。用等浓度的 NaOH 标准溶液滴定过量盐酸, 消耗 NaOH 标准溶液 8.00 mL。

(2)  $\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}$  ( $M = 958 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) 含量测定

步骤 1 准确称取 0.3636 g 该十钒酸铵晶体, 加入适量稀硫酸, 微热使之溶解。

步骤 2 加入蒸馏水和  $\text{NaHSO}_3$ , 充分搅拌, 使  $\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}$  完全转化为  $\text{VO}^{2+}$ 。

步骤 3 加适量稀硫酸酸化, 加热煮沸, 除去溶液中 +4 价钒。

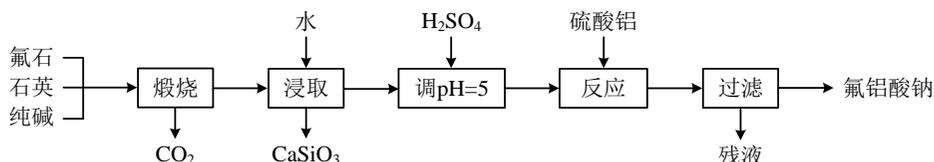
步骤 4 用  $0.02000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KMnO}_4$  标准溶液滴定, 终点时消耗 30.00 mL  $\text{KMnO}_4$  标准溶液(该过程中钒被氧化至 +5 价, 锰被还原至 +2 价)。

① 写出步骤 2 反应的离子方程式: ▲。

② 若未进行步骤 3 操作, 则数值 y 将 ▲ (填“偏大”、“偏小”或“无影响”)。

③ 通过计算确定该十钒酸铵晶体的化学式 (写出计算过程)。

19. (15分)氟铝酸钠( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )是工业炼铝中重要的含氟添加剂。实验室以氟石( $\text{CaF}_2$ )、石英和纯碱为原料模拟工业制备氟铝酸钠的流程如下:



(1) “煅烧”时, 固体药品混合后应置于 ▲ (填仪器名称) 中加热。

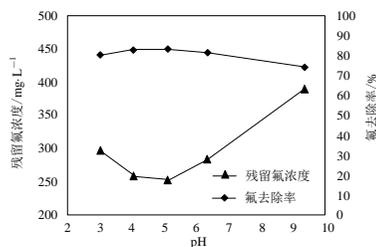
(2) 通过控制分液漏斗的活塞可以调节添加液体的速率。调溶液 pH 接近 5 时, 滴加稀硫酸的分液漏斗的活塞应如下图 ▲ (填序号) 所示。



(3) 在酸性废水中加入  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4$  混合溶液, 可将废水中  $\text{F}^-$  转换为氟铝酸钠沉淀。

① 该混合溶液中,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的物质的量之比应  $\geq$  ▲ (填数值)。

② 在不改变其他条件的情况下, 加入 NaOH 调节溶液 pH。实验测得溶液中残留氟浓度和氟去除率随溶液 pH 的变化关系如右图所示。pH > 5 时, 溶液中残留氟浓度增大的原因是 ▲。



(4) 若用  $\text{CaCl}_2$  作为沉淀剂除去  $\text{F}^-$ ，欲使  $\text{F}^-$  浓度不超过  $0.95 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{Ca}^{2+})$  至少为 ▲  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。 [ $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)=2.7\times 10^{-11}$ ]

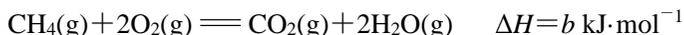
(5) 工业废铝屑(主要成分为铝，少量氧化铁、氧化铝)可用于制取硫酸铝晶体 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 18\text{H}_2\text{O}]$ 。

①请补充完整由废铝屑为原料制备硫酸铝晶体的实验方案：取一定量废铝屑，放入烧杯中，▲，得硫酸铝晶体。[已知：pH=5 时， $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀完全；pH=8.5 时， $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀开始溶解。须使用的试剂： $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$  溶液、 $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液、冰水]

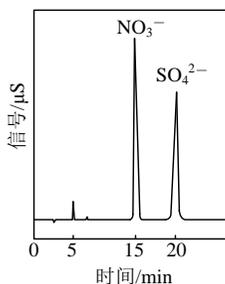
②实验操作过程中，应保持强制通风，原因是▲。

20. (14 分)烟气中通常含有高浓度  $\text{SO}_2$ 、氮氧化物及粉尘颗粒等有害物质，在排放前必须进行脱硫脱硝处理。

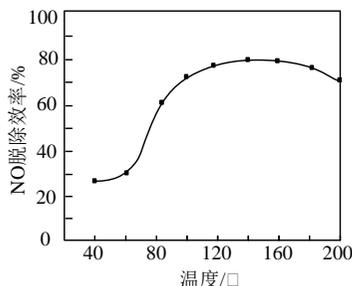
(1) 利用甲烷可将氮氧化物还原为氮气除去。已知：



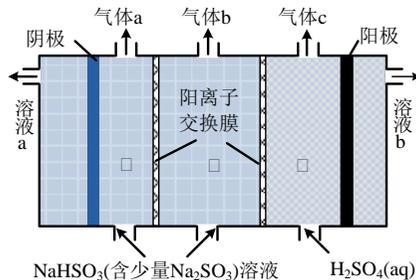
(2)  $\text{H}_2\text{O}_2$  在催化剂  $\alpha\text{-FeOOH}$  的表面上，分解产生  $\cdot\text{OH}$ 。 $\cdot\text{OH}$  较  $\text{H}_2\text{O}_2$  和  $\text{O}_2$  更易与烟气中的  $\text{NO}$ 、 $\text{SO}_2$  发生反应。反应后所得产物的离子色谱如题 20 图-1 所示。



题 20 图-1



题 20 图-2



题 20 图-3

①写出  $\cdot\text{OH}$  氧化  $\text{NO}$  的化学反应方程式：▲。

②当  $\text{H}_2\text{O}_2$  浓度一定时， $\text{NO}$  的脱除效率与温度的关系如题 20 图-2 所示。升温至  $80^\circ\text{C}$  以上，大量汽化的  $\text{H}_2\text{O}_2$  能使  $\text{NO}$  的脱除效率显著提高的原因是▲，温度高于  $180^\circ\text{C}$ ， $\text{NO}$  的脱除效率降低的原因是▲。

(3) 工业可采用亚硫酸钠作吸收液脱除烟气中的二氧化硫。应用双阳离子交换膜电解技术可使该吸收液再生，同时得到高浓度  $\text{SO}_2$ ，其工作原理如题 20 图-3 所示。

① $\text{SO}_2$  气体在▲(填“ I ”、“ II ”或“ III ”)室生成。

②用离子方程式表示吸收液再生的原理：▲。

(4) 新型纳米材料氧缺位铁酸盐( $\text{ZnFe}_2\text{O}_x$ )能将烟气中  $\text{SO}_2$  分解除去，若  $1 \text{ mol ZnFe}_2\text{O}_x$  与足量  $\text{SO}_2$  生成  $1 \text{ mol ZnFe}_2\text{O}_4$  和  $0.5 \text{ mol S}$ ，则  $x=\text{▲}$ 。

21. (12分)【选做题】本题包括A、B两小题,请选定其中一个小题,并在相应的答题区域内作答。若多做,则按A小题评分。

A. [物质结构与性质]

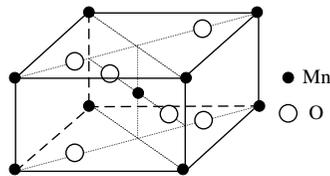
由硝酸锰[Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]制备的一种含锰催化剂,常温下能去除甲醛、氢氰酸(HCN)等有毒气体。

(1) Mn<sup>2+</sup>基态核外电子排布式是     ▲    。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的空间构型为     ▲     (用文字描述)

(2) 甲醛分子中,碳原子的杂化方式为     ▲    。

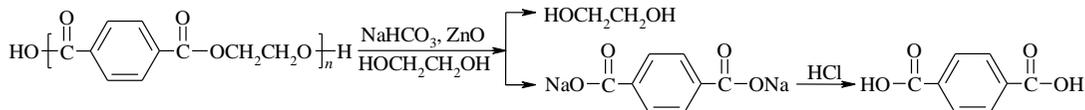
(3) HCN分子中σ键与π键的数目比为     ▲    。H、C、N三种元素的电负性由大到小的顺序为     ▲    。

(4) 硝酸锰受热可分解生成NO<sub>2</sub>和某种锰的氧化物。该氧化物晶胞结构如右图所示。写出硝酸锰受热分解的化学方程式:     ▲    。



B. [实验化学]

实验室用氧化锌作催化剂、以乙二醇和碳酸氢钠为复合解聚剂常压下快速、彻底解聚聚对苯二甲酸乙二醇酯,同时回收对苯二甲酸和乙二醇。反应原理为:



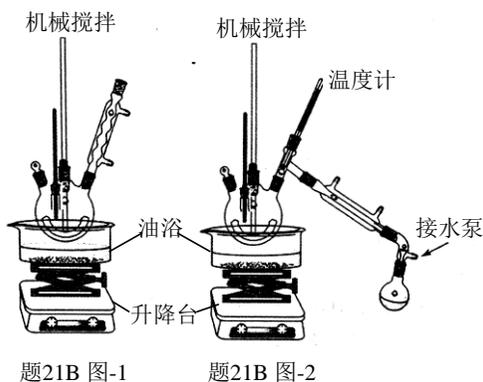
实验步骤如下:

步骤1 在题21B图-1所示装置的四颈烧瓶内依次加入洗净的矿泉水瓶碎片、氧化锌、碳酸氢钠和乙二醇,缓慢搅拌,油浴加热至180℃,反应0.5小时。

步骤2 降下油浴,冷却至160℃,将搅拌回流装置改为题21B图-2所示的搅拌蒸馏装置,水泵减压,油浴加热蒸馏。

步骤3 蒸馏完毕,向四颈烧瓶内加入沸水,搅拌。维持温度在60℃左右,抽滤。

步骤4 将滤液转移至烧杯中加热煮沸后,趁热边搅拌边加入盐酸酸化至pH为1~2。用砂芯漏斗抽滤,洗涤滤饼数次直至洗涤滤液pH=6,将滤饼摊开置于微波炉中微波干燥。



请回答下列问题:

(1) 步骤1中将矿泉水瓶剪成碎片的目的是     ▲    。

(2) 步骤2中减压蒸馏的目的是     ▲    , 蒸馏出的物质是     ▲    。

(3) 抽滤结束后停止抽滤正确的操作方法是     ▲    。若滤液有色,可采取的措施是     ▲    。

(4) 该实验中,不采用水浴加热的原因是     ▲    。