

厦门大学附属科技中学

2023 年高中创新班招生考试化学试题

考试时间:45 分钟 满分:100 分

毕业学校_____ 姓名 _____ 准考证号 _____

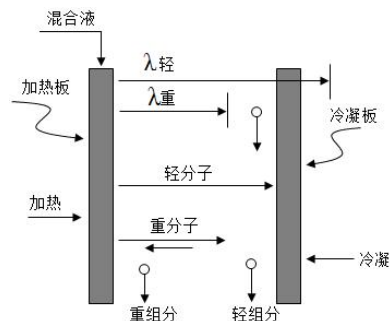
可能用到的相对原子质量: H-1 O-16 Cl-35.5 Fe-56

1. (9 分) 蒸馏是一种重要的分离或提纯物质的方法。

(1) 在实验室可以通过蒸馏自来水获得蒸馏水, 工业上利用石油加工中的分级蒸馏(分馏)可以获得汽油、煤油、柴油等多种石油化工产品。蒸馏法分离物质的依据是_____。

(2) 分子蒸馏是一种在高真空下操作的蒸馏方法。这时蒸气分子的平均自由程大于蒸发表面与冷凝表面之间的距离, 从而可利用料液中各组分蒸发速率的差异, 对液体混合物进行分离。分子蒸馏器装置的简单原理如右图所示。

主要过程是: 物料先从蒸发器的顶部加入, 经过料液分布器将其连续均匀地分布在加热板上随即用刮膜器将料液刮成一层液膜。在此过程中, 从加热板上逸出的轻分子, 几乎未经碰撞就到内置冷凝板上冷凝成液; 残液未到冷凝板就发生了分子碰撞而液化, 在加热区下的通道中收集。



① 分子蒸馏器造价十分昂贵的主要原因是_____。

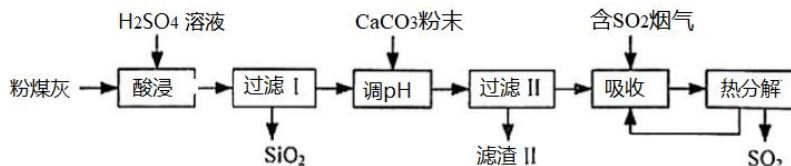
② “分子平均自由程”(即图中的 λ)指的是分子两次碰撞之间走过的平均路程。不影响“分子平均自由程”大小的因素有_____(填字母)。 A. 温度 B. 分子体积 C. 分子的酸碱性

③ 与蒸馏法相比较, 分子蒸馏法的优点是_____(填字母)。

A. 适用于热敏性物质的分离 B. 分离精度高 C. 分离操作简便

2. (35分) “绿水青山就是金山银山”。对工厂烟气进行脱硫处理, 可减少 SO_2 和 H_2S 等含硫化合物的污染。

I. 用粉煤灰(主要含 Al_2O_3 、 SiO_2 等)制备碱式硫酸铝 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_y]$ 溶液, 可用于烟气脱硫, 能有效减少二氧化硫的排放, 防止酸雨的形成。



已知: SiO_2 是一种难溶于酸的固体。

(1) 酸浸时 Al_2O_3 发生反应的化学方程式为_____。

(2) 调节 pH 约为3.6目的是消耗溶液中过量的酸, 滤渣II的主要成分是_____。

(3) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_y$ 中 x 和 y 的代数关系式为_____。

(4) 若含 SO_2 烟气中存在 O_2 , 经完全热分解放出的 SO_2 量会小于吸收的 SO_2 量, 且溶液酸性变强。其主要原因是_____。(用化学方程式表示)

II. 模拟酸雨的形成

【查阅资料】 SO_2 转化为 H_2SO_4 的路径为： $\text{SO}_2 \xrightarrow{\text{水}} \text{H}_2\text{SO}_3(\text{亚硫酸}) \xrightarrow{\text{O}_2} \text{H}_2\text{SO}_4$

【操作步骤】

- ① 组装仪器，检查装置气密性，装入药品。
- ② 打开装置 A 中漏斗的活塞，启动装置 B 中的搅拌器，记录数据并绘图。
- ③ 待 pH 值稳定在 3.73 左右，打开装置 C 中漏斗的活塞。
- ④ 待 pH 值稳定在 3.67 左右，用注射器向气球 a 中注入 H_2O_2 溶液。

【问题讨论】

(1) 装置 A 中发生的反应为

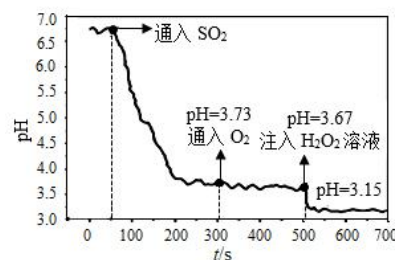
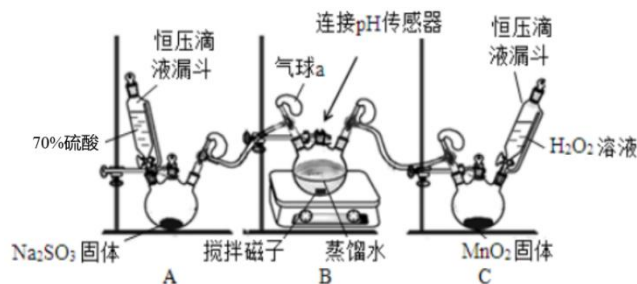
$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，其中 Na_2SO_3 中硫元素的化合价为____。右图装置 A 中安装气球的主要目的是____。

(2) 向 H_2SO_3 中通入 O_2 ， H_2SO_3 被氧化成酸性

更强的 H_2SO_4 ，但右图中 pH 变化不明显，这与氧气的氧化能力有关。注入 H_2O_2 溶液后，pH 值明显降低，由此说明____。

(3) 下列关于右图的说法正确的是____。

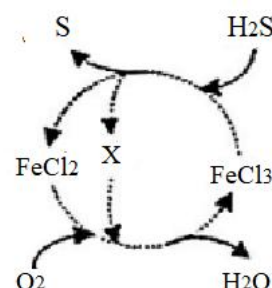
- A. 注入过氧化氢溶液后，溶液的酸性增强
- B. 二氧化硫的排放，易导致硫酸型酸雨
- C. 通入氧气和注入过氧化氢溶液相比较，前者 pH 变化更明显
- D. 若取 500 s 时形成的溶液，滴加氯化钡溶液，产生白色沉淀



III. 脱硫与 SO_2 含量测定

i. 燃煤脱硫

- (1) 在燃煤中添加石灰石， SO_2 与石灰石、 O_2 反应，生成硫酸钙和一种对环境无污染的气体，反应的化学方程式为____。
- (2) 下列措施能提高脱硫效率的是____。
 - A. 无限延长脱硫时间
 - B. 适当增加石灰石的用量
 - C. 把工厂烟囱造得尽可能高
 - D. 将石灰石和原煤粉碎并混合均匀

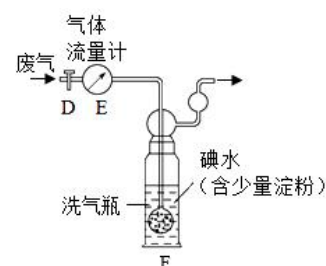
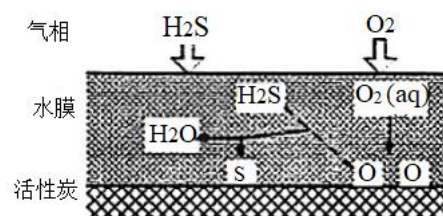


ii. H_2S 气体有毒，常用脱硫液吸收和活性炭吸附氧化进行处理。

(1) 一种用氯化铁溶液循环脱硫工艺的物质转化如题右上图。

- ① 右上图中 X 物质可能是____ (填化学式)。
- ② 写出该脱硫总反应的化学方程式：____。

(2) 表面喷淋水的活性炭可用于吸附氧化 H_2S ，其原理可用右图表示 (aq 代表溶液)。其它条件不变时，若水膜过厚， H_2S 的氧化去除率减小的原因是____。



iii. SO_2 含量测定

测定 SO_2 含量装置如右图，若装置 F 中蓝色消失后，没有及时关闭活塞 D，测得的 SO_2 含量将____ (填“偏高”、“偏低”或“无影响”)。

3. (56分) 铁及其化合物在生活、生产中应用广泛。

I. 铁的相关知识

(1) 世界卫生组织曾多次推荐中国的铁锅作为烹饪用具，铁锅相对于其它烹饪用具的优势是_____。

(2) 铁锈蚀的原理： $\text{Fe} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}, \text{O}_2} \text{Fe}(\text{OH})_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}, \text{O}_2} \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

写出 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的化学方程式_____。

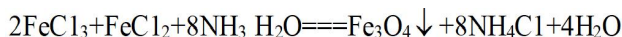
(3) 工业上，常用稀盐酸去除铁锈（用 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 表示），其反应的化学方程式是_____。

II. 黑白复印机用的墨粉中常添加 Fe_3O_4 粉末。 Fe_3O_4 是由 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 和 O^{2-} 按 1:2:4 的个数比构成的。

以下是 Fe_3O_4 的两种制备方法：

方法一：纳米级 Fe_3O_4 颗粒可应用在磁流体领域。

已知：“沉淀”时的反应为



(1) FeCl_2 可以用废铁屑与过量的稀盐酸反应制得。向盐酸酸化的 FeCl_2 溶液中通入 O_2 可生成 FeCl_3 和 H_2O ，该反应的化学方程式为_____。

(2) “沉淀”时需控制溶液的 pH 与反应的温度。

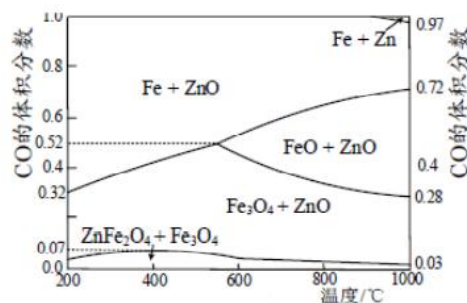
① “沉淀”时需要控制反应温度为不宜过高，其原因是_____。

② “溶解”时，实际投放的 $\frac{m(\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})}{m(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})}$ 远大于理论值，其原因是_____。

(3) $\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_3\text{O}_4$ 的性能比 Fe_3O_4 更好。

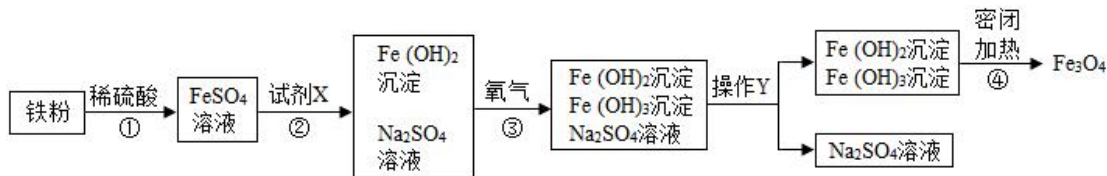
① 高温下，铁酸锌（ ZnFe_2O_4 ）可被 CO 还原为 ZnO 和 Fe_3O_4 ，CO 转化为 CO_2 。该反应的化学方程式为_____。

② 在恒压条件下，反应温度、反应体系中 CO 的体积分数 $\frac{V(\text{CO})}{V(\text{CO}) + V(\text{CO}_2)}$ 对产物的影响右图所示。温度在 200~1000℃



范围里，要保证产物始终为 ZnO 和 Fe_3O_4 ，则控制体系中 CO 的体积分数的范围为_____。

方法二：氧化沉淀法生产 Fe_3O_4 粉末的流程简图如下。已知第④步反应中各元素化合价保持不变。



(4) 四氧化三铁与盐酸反应方程式为_____。

(5) 第②步加入试剂 X，试剂 X 是_____。

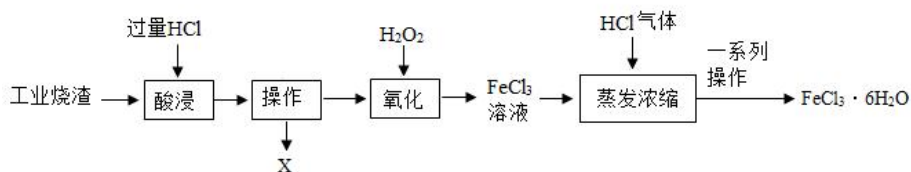
(6) 在第③步反应中要控制通入 O_2 的量，以使生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的质量比等于_____，才能确保第④步最终完全反应生成 Fe_3O_4 。

(7) 操作 Y 的流程为_____、_____、晾干。

III. 氯化铁晶体 ($\text{FeCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) 的制备及热重分析

i. 氯化铁晶体 ($\text{FeCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) 的制备

以工业烧渣 (含 Fe_2O_3 、 FeO 及少量二氧化硅) 为原料生产氯化铁晶体的流程如下:



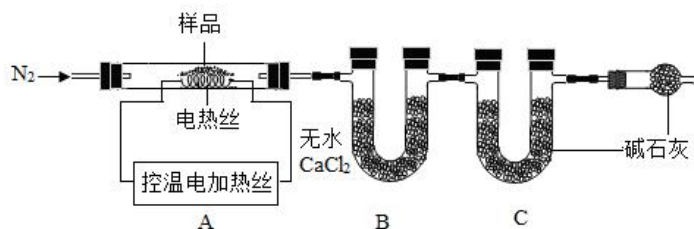
已知: ① SiO_2 (二氧化硅) 是一种难溶于酸的固体。

② FeCl_3 溶液在加热条件下易转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 在 HCl 气体的保护下能阻止此转化的发生。

- (1) X 的化学式是_____。
- (2) “氧化”中, 加入 H_2O_2 是将酸性条件下的+2 价铁转化为+3 价铁, 该反应的化学方程式是_____。
- (3) FeCl_3 溶液中含有盐酸, 不会影响氯化铁晶体纯度, 其理由是_____。
- (4) 一系列操作”含...、洗涤、晾干, 洗涤时为减少晶体损失, 最好选用_____ (填字母)。
a.冷水 b.热水 c.95%的乙醇溶液

ii. 氯化铁晶体的热重分析

经科研人员测定, 以上得到的是 $\text{FeCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的混合物。称取该混合物样品 64.8g, 用以下装置进行热分解实验。



已知: ① 氯化铁晶体在 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 开始分解, 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 H_2O 、 HCl , $200\text{ }^\circ\text{C}$ 分解完全;

② 在 $220\text{ }^\circ\text{C}$ 时, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 开始分解为 Fe_2O_3 , $500\text{ }^\circ\text{C}$ 时分解完全;

③ 无水 CaCl_2 作为干燥剂, 不吸收 HCl 。

- (1) 组装好实验装置后, 要先_____。
- (2) 加热前后均需通入 N_2 , 加热后通 N_2 的目的是_____。
- (3) 加热玻璃管, 测得 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 时 B、C 的质量变化如右表, 玻璃管内剩余固体的质量为 24.0 g。

① 样品中铁元素的质量为_____g;

② n =_____。

温度/ $^\circ\text{C}$	室温	500
B 装置/g	200.0	218.9
C 装置/g	200.0	221.9

- (4) 实验结束, 不改变原有装置, 将 N_2 改为通入 CO , 对 24.0g 剩余固体继续加热一段时间, 冷却, 得到黑色粉末 20.0g, 该黑色粉末的成分是_____。