

2016年普通高等学校招生全国统一考试(北京卷)化学

一、选择题





1. 我国科技创新成果斐然，下列成果中获得诺贝尔奖的是( )

- A. 徐光宪建立稀土串级萃取理论
- B. 屠呦呦发现抗疟新药青蒿素
- C. 闵恩泽研发重油裂解催化剂
- D. 侯德榜联合制碱法

解析：2015年10月，屠呦呦因发现青蒿素治疗疟疾的新疗法获诺贝尔生理学或医学奖。

答案：B

2. 下列中草药煎制步骤中，属于过滤操作的是( )

A. 冷水浸泡	B. 加热煎制	C. 算渣取液	D. 灌装保存
			

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

解析：A. 冷水浸泡属于物质的溶解，故A错误；B. 加热煎制属于加热，故B错误；C. 算渣取液将固体和液体分离，属于过滤操作，故C正确；D. 灌装是液体转移，故D错误。

答案：C

3. 下列食品添加剂中，其试用目的与反应速率有关的是( )

- A. 抗氧化剂
- B. 调味剂
- C. 着色剂
- D. 增稠剂

解析：A. 抗氧化剂减少食品与氧气的接触，延缓氧化的反应速率，故A正确；B. 调味剂是为了增加食品的味道，与速率无关，故B错误；C. 着色剂是为了给食品添加某种颜色，与速率无关，故C错误；D. 增稠剂是改变物质的浓度，与速率无关，故D错误。

答案：A

4. 在一定条件下，甲苯可生成二甲苯混合物和苯。有关物质的沸点、熔点如表：

	对二甲苯	邻二甲苯	间二甲苯	苯
沸点/°C	138	144	139	80
熔点/°C	13	25	47	6

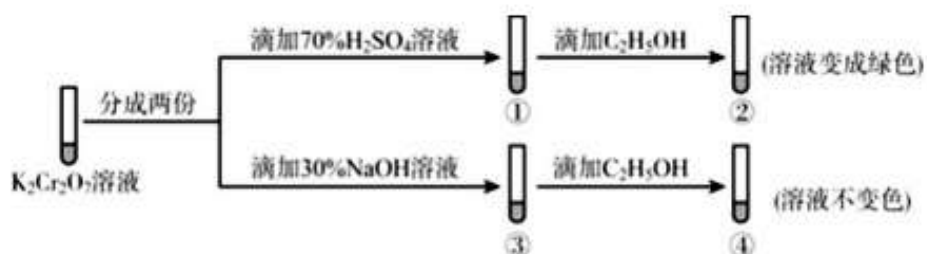
下列说法不正确的是( )

- A. 该反应属于取代反应
- B. 甲苯的沸点高于 144℃
- C. 用蒸馏的方法可将苯从反应所得产物中首先分离出来
- D. 从二甲苯混合物中, 用冷却结晶的方法可将对二甲苯分离出来

解析: A、甲苯变成二甲苯是苯环上的氢原子被甲基取代所得, 属于取代反应, 故 A 正确; B、甲苯的相对分子质量比二甲苯小, 故沸点比二甲苯低, 故 B 错误; C、苯的沸点与二甲苯的沸点相差较大, 可以用蒸馏的方法分离, 故 C 正确; D、因为对二甲苯的沸点较低, 冷却后邻二甲苯与间二甲苯容易形成固体, 从而将对二甲苯分离出来, 所以能用冷却结晶的方法分离出来, 故 D 正确。

答案: B

5.  $K_2Cr_2O_7$  溶液中存在平衡:  $Cr_2O_7^{2-}$  (橙色) +  $H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-}$  (黄色) +  $2H^+$ 。用  $K_2Cr_2O_7$  溶液进行下列实验:



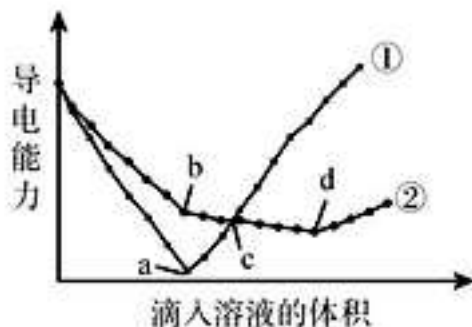
结合实验, 下列说法不正确的是( )

- A. ①中溶液橙色加深, ③中溶液变黄
- B. ②中  $Cr_2O_7^{2-}$  被  $C_2H_5OH$  还原
- C. 对比②和④可知  $K_2Cr_2O_7$  酸性溶液氧化性强
- D. 若向④中加入 70%  $H_2SO_4$  溶液至过量, 溶液变为橙色

解析: A. 在平衡体系中加入酸, 平衡逆向移动, 重铬酸根离子浓度增大, 橙色加深, 加入碱, 平衡正向移动, 溶液变黄, 故 A 正确; B. ②中重铬酸钾氧化乙醇, 重铬酸钾被还原, 故 B 正确; C. ②是酸性条件, ④是碱性条件, 酸性条件下氧化乙醇, 而碱性条件不能, 说明酸性条件下氧化性强, 故 B 正确; D. 若向④溶液中加入 70% 的硫酸到过量, 溶液为酸性, 可以氧化乙醇, 溶液变绿色, 故 D 错误。

答案: D

6. 在两份相同的  $Ba(OH)_2$  溶液中, 分别滴入物质的量浓度相等的  $H_2SO_4$ 、 $NaHSO_4$  溶液, 其导电能力随滴入溶液体积变化的曲线如图所示。下列分析不正确的是( )



A. ①代表滴加  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液的变化曲线

B. b 点, 溶液中大量存在的离子是  $\text{Na}^+$ 、 $\text{OH}^-$

C. c 点, 两溶液中含有相同量的  $\text{OH}^-$

D. a、d 两点对应的溶液均显中性

解析: A.  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液和  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaHSO}_4$  溶液反应方程式分别为  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NaHSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ , 溶液导电能力与离子浓度成正比, 根据图知, 曲线①在 a 点溶液导电能力接近 0, 说明该点溶液离子浓度最小, 应该为  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的反应, 则曲线②为  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液和  $\text{NaHSO}_4$  溶液的反应, 即①代表滴加  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液的变化曲线, 故 A 正确; B. 根据图知, a 点为  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  恰好反应,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaHSO}_4$  溶液的物质的量浓度相等, 则 b 点溶液溶质为  $\text{NaOH}$ , 所以 b 点, 溶液中大量存在的离子是  $\text{Na}^+$ 、 $\text{OH}^-$ , 故 B 正确; C. c 点, ①中稀硫酸过量, 溶质为硫酸, ②中硫酸氢钠过量, 则溶质为  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 因为硫酸根离子浓度相同, ②中钠离子浓度大于①中氢离子浓度, 所以溶液中氢氧根离子浓度不同, 故 C 错误; D. a 点①中硫酸和氢氧化钡恰好完全反应, 溶液中只含水; d 点②中溶质为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 水和硫酸钠溶液都呈中性, 故 D 正确。

答案: C

7. 用石墨电极完成下列电解实验。

	实验一	实验二
装置	<p>氯化钠溶液润湿的 pH 试纸 氯化钠溶液润湿的 pH 试纸</p>	<p>稀硫酸 铜珠</p>
现象	a、d 处试纸变蓝; b 处变红, 局部褪色; c 处无明显变化	两个石墨电极附近有气泡产生; n 处有气泡产生; ……

下列对实验现象的解释或推测不合理的是( )

A. a、d 处:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

B. b 处:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$

C. c 处发生了反应:  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$

D. 根据实验一的原理, 实验二中 m 处能析出铜

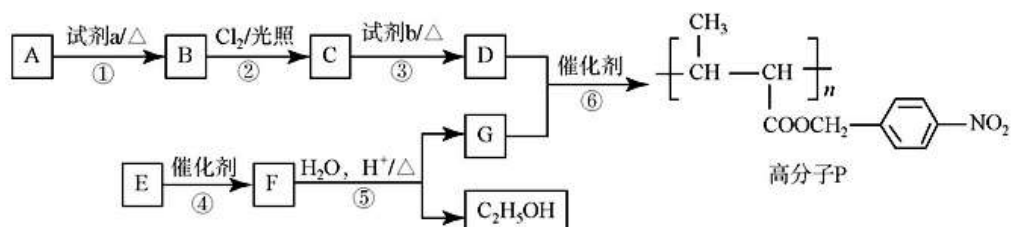
解析: A. d 处试纸变蓝, 为阴极, 生成  $\text{OH}^-$ , 电极方程式为  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ , 故 A 正确; B. b 处变红, 局部褪色, 说明是溶液中的氢氧根和氯离子同时放电, 故 B 错误; C. c 处为阳极, 发生了反应:  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ , 故 C 正确; D. 实验一中 ac 形成电解池, db 形成电解池,

所以实验二中也相当于形成三个电解池(一个球两面为不同的两极), m 为电解池的阴极, 另一球朝 m 的一面为阳极(n 的背面), 故相当于电镀, 即 m 上有铜析出, 故 D 正确。

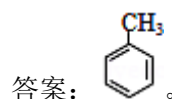
答案: B

## 二、解答题

8. 功能高分子 P 的合成路线如下:



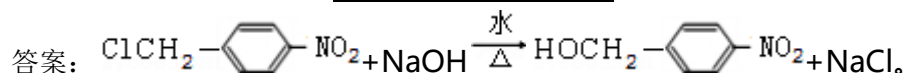
(1) A 的分子式是  $C_7H_8$ , 其结构简式是\_\_\_\_\_。



(2) 试剂 a 是\_\_\_\_\_。

答案: 浓硫酸和浓硝酸。

(3) 反应③的化学方程式: \_\_\_\_\_。



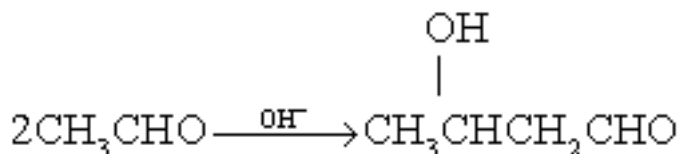
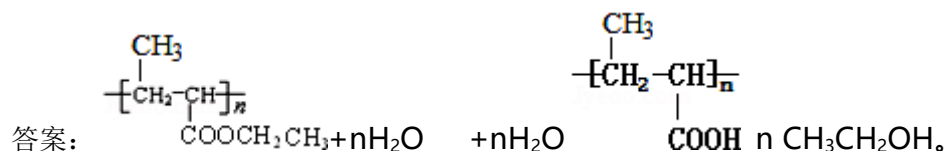
(4) E 的分子式是  $C_6H_{10}O_2$ , E 中含有的官能团: \_\_\_\_\_。

答案: 碳碳双键, 酯基。

(5) 反应④的反应类型是\_\_\_\_\_。

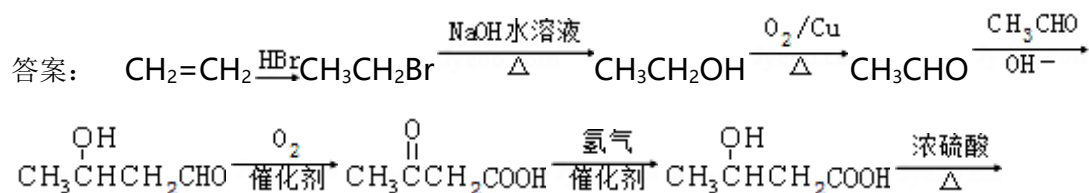
答案: 加聚反应。

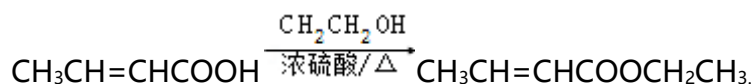
(6) 反应⑤的化学方程式: \_\_\_\_\_。


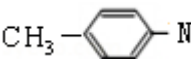
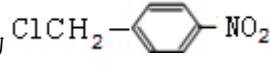


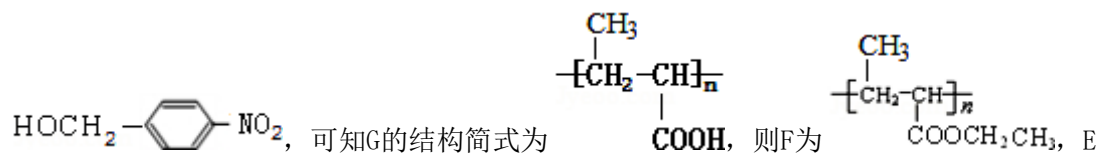
(7) 已知:

以乙烯为起始原料, 选用必要的无机试剂合成 E, 写出合成路线(用结构简式表示有机物), 用箭头表示转化关系, 箭头上注明试剂和反应条件)。




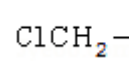
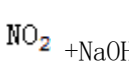


解析：A的分子式是C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>，其结构简式是 ，结合P的结构简式，可知A与浓硝酸在浓硫酸、加热条件下发生消去反应生成B为 ，B与氯气在光照条件下发生取代反应生成C为 ，C在氢氧化钠水溶液、加热条件下发生水解反应生成D为

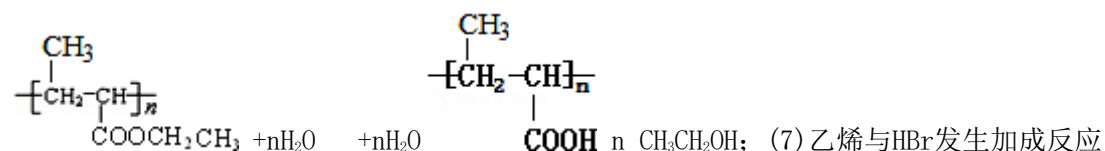


的分子式是C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>，则E为CH<sub>3</sub>CH=CHCOOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>。(1) A的分子式是C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>，其结构简式是 ，

故答案为：；(2) 试剂a是：浓硫酸和浓硝酸，故答案为：浓硫酸和浓硝酸；(3) 反应③

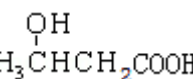
的化学方程式： + NaOH  $\xrightarrow[\Delta]{\text{水}}$  HOCH<sub>2</sub>- + NaCl；(4) E为

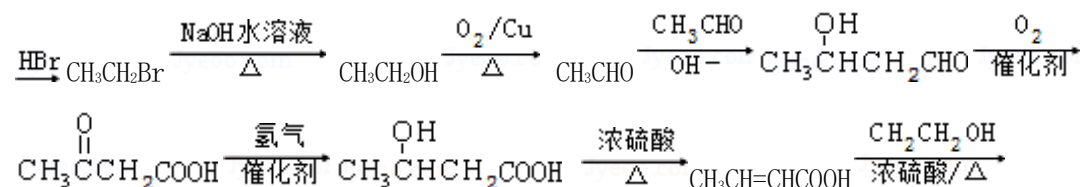
CH<sub>3</sub>CH=CHCOOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>，E中含有的官能团：碳碳双键、酯基，故答案为：碳碳双键、酯基；(5) 反应④的反应类型是：加聚反应，故答案为：加聚反应；(6) 反应⑤的化学方程式：



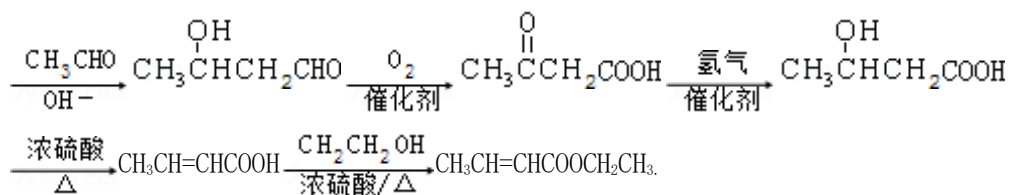
(7) 乙烯与HBr发生加成反应生成CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Br，然后发生水解反应生成CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH，再发生氧化反应生成CH<sub>3</sub>CHO，2分子乙醛发

生加成反应生成 ，再发生氧化反应生成 ，再与氢气发生

加成反应生成 ，在浓硫酸、加热条件下发生消去反应生成生成CH<sub>3</sub>CH=CHCOOH，最后与乙醇发生酯化反应生成CH<sub>3</sub>CH=CHCOOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>，合成路线流程图为：CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>

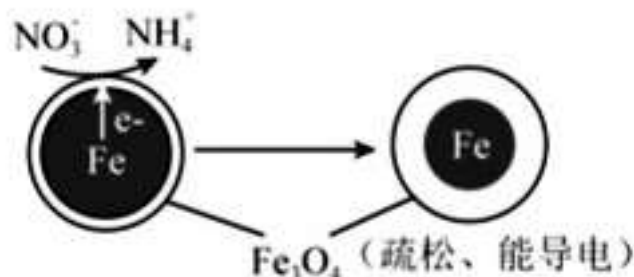


CH<sub>3</sub>CH=CHCOOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>。故答案为：CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\text{HBr}}$  CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Br  $\xrightarrow[\Delta]{\text{NaOH水溶液}}$  CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH  $\xrightarrow[\Delta]{\text{O}_2/\text{Cu}}$  CH<sub>3</sub>CHO



本题考查有机物的推断与合成，充分利用 P 的结构简式与反应条件、分子式进行推断，侧重考查学生分析推理能力、知识迁移运用能力，是有机化学常考题型，难度中等。

9. 用零价铁(Fe)去除水体中的硝酸盐( $\text{NO}_3^-$ )已成为环境修复研究的热点之一。



(1) Fe 还原水体中  $\text{NO}_3^-$  的反应原理如图 1 所示。

①作负极的物质是\_\_\_\_\_。

②正极的电极反应式是\_\_\_\_\_。

解析：①Fe 还原水体中  $\text{NO}_3^-$ ，则 Fe 作还原剂，失去电子，作负极，故答案为：铁；② $\text{NO}_3^-$  在正极得电子发生还原反应产生  $\text{NH}_4^+$ ，根据图 2 信息可知为酸性环境，则正极的电极反应式为： $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 10\text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$ ，故答案为： $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 10\text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答案：铁； $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 10\text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 将足量铁粉投入水体中，经 24 小时测定  $\text{NO}_3^-$  的去除率和 pH，结果如下：

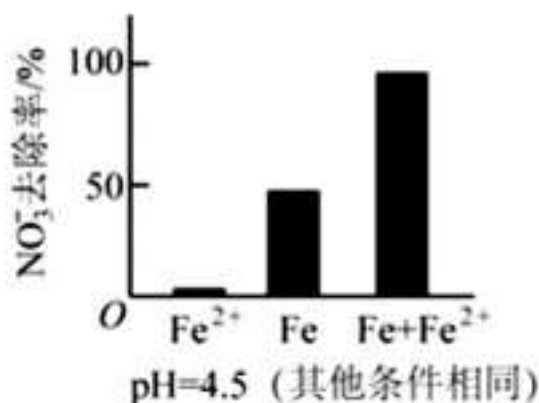
初始 pH	pH = 2.5	pH = 4.5
$\text{NO}_3^-$ 的去除率	接近 100%	< 50%
24 小时 pH	接近中性	接近中性
铁的最终物质形态		

pH=4.5 时， $\text{NO}_3^-$  的去除率低。其原因是\_\_\_\_\_。

解析：pH 越高， $\text{Fe}^{3+}$  越易水解生成  $\text{FeO}(\text{OH})$ ， $\text{FeO}(\text{OH})$  不导电，阻碍电子转移，所以  $\text{NO}_3^-$  的去除率低。故答案为： $\text{FeO}(\text{OH})$  不导电，阻碍电子转移。

答案： $\text{FeO}(\text{OH})$  不导电，阻碍电子转移。

(3) 实验发现：在初始 pH=4.5 的水体中投入足量铁粉的同时，补充一定量的  $\text{Fe}^{2+}$  可以明显提高  $\text{NO}_3^-$  的去除率。对  $\text{Fe}^{2+}$  的作用提出两种假设：



I. Fe<sup>2+</sup>直接还原 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>;

II. Fe<sup>2+</sup>破坏 FeO(OH) 氧化层。

①做对比实验, 结果如图 2 所示, 可得到的结论是\_\_\_\_\_。

②同位素示踪法证实 Fe<sup>2+</sup>能与 FeO(OH) 反应生成 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>。结合该反应的离子方程式, 解释加入 Fe<sup>2+</sup>提高 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>去除率的原因: \_\_\_\_\_。

解析: ①从图中的实验结果可以看出, 单独加入 Fe<sup>2+</sup>时, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的去除率为 0, 因此得出 Fe<sup>2+</sup>不能直接还原 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 而 Fe 和 Fe<sup>2+</sup>共同加入时 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的去除率比单独 Fe 高, 因此可以得出结论: 本实验条件下, Fe<sup>2+</sup>不能直接还原 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 在 Fe 和 Fe<sup>2+</sup>共同作用下能提高 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的去除率。

②同位素示踪法证实了 Fe<sup>2+</sup>能与 FeO(OH) 反应生成 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 离子方程式为:

$\text{Fe}^{2+} + 2\text{FeO}(\text{OH}) = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{H}^+$ , Fe<sup>2+</sup>将不导电的 FeO(OH) 转化为可导电的 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 利于电子转移。

答案: ①本实验条件下, Fe<sup>2+</sup>不能直接还原 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 在 Fe 和 Fe<sup>2+</sup>共同作用下能提高 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的去除率; ② $\text{Fe}^{2+} + 2\text{FeO}(\text{OH}) = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{H}^+$ , Fe<sup>2+</sup>将不导电的 FeO(OH) 转化为可导电的 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 利于电子转移。

(4) 其他条件与 (2) 相同, 经 1 小时测定 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的去除率和 pH, 结果如表:

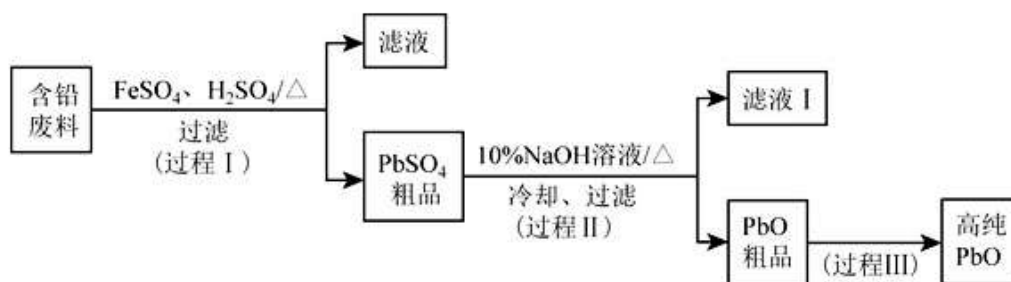
初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 的去除率	约 10%	约 3%
1 小时 pH	接近中性	接近中性

与 (2) 中数据对比, 解释 (2) 中初始 pH 不同时, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 去除率和铁的最终物质形态不同的原因: \_\_\_\_\_。

解析: 根据实验结果可知 Fe<sup>2+</sup>的作用是将不导电的 FeO(OH) 转化为可导电的 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 而 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的去除率由铁的最终物质形态确定, 因此可知实验初始 pH 会影响 Fe<sup>2+</sup> 的含量。

答案: 初始 pH 低时, 产生的 Fe<sup>2+</sup>充足; 初始 pH 高时, 产生的 Fe<sup>2+</sup>不足。

10. 以废旧铅酸电池中的含铅废料 (Pb、PbO、PbO<sub>2</sub>、PbSO<sub>4</sub> 及炭黑等) 和 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 为原料, 制备高纯 PbO, 实现铅的再生利用。其工作流程如下:

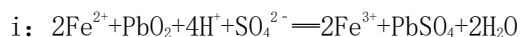


(1) 过程 I 中, 在  $\text{Fe}^{2+}$  催化下,  $\text{Pb}$  和  $\text{PbO}_2$  反应生成  $\text{PbSO}_4$  的化学方程式是\_\_\_\_\_。

解析: 根据题给化学工艺流程知, 过程 I 中, 在  $\text{Fe}^{2+}$  催化下,  $\text{Pb}$ 、 $\text{PbO}_2$  和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成  $\text{PbSO}_4$  和水, 化学方程式为:  $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,

答案:  $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 过程 I 中,  $\text{Fe}^{2+}$  催化过程可表示为:



ii: ...

①写出 ii 的离子方程式: \_\_\_\_\_。

②下列实验方案可证实上述催化过程。将实验方案补充完整。

A. 向酸化的  $\text{FeSO}_4$  溶液中加入  $\text{KSCN}$  溶液, 溶液几乎无色, 再加入少量  $\text{PbO}_2$ , 溶液变红。

B. \_\_\_\_\_。

解析: 催化剂通过参加反应, 改变反应历程, 降低反应的活化能, 加快化学反应速率, 而本身的质量和化学性质反应前后保持不变。根据题给信息知反应 i 中  $\text{Fe}^{2+}$  被  $\text{PbO}_2$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 则反应 ii 中  $\text{Fe}^{3+}$  被  $\text{Pb}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$ , 离子方程式为:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{Fe}^{2+}$ 。a 实验证明发生反应 i, 则 b 实验需证明发生反应 ii, 实验方案为: A. 向酸化的  $\text{FeSO}_4$  溶液中加入  $\text{KSCN}$  溶液, 溶液几乎无色, 再加入少量  $\text{PbO}_2$ , 溶液变红, 亚铁离子被氧化为铁离子, B. 取 a 中红色溶液少量, 溶液中存在平衡,  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$ , 加入过量  $\text{Pb}$ , 和平衡状态下铁离子反应生成亚铁离子, 平衡逆向进行充分反应后, 红色褪去。

答案: ①  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{Fe}^{2+}$ ; ②取 a 中红色溶液少量, 加入过量  $\text{Pb}$ , 充分反应后, 红色褪去。

(3)  $\text{PbO}$  溶解在  $\text{NaOH}$  溶液中, 存在平衡:  $\text{PbO}(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NaHPbO}_2(\text{aq})$ , 其溶解度曲线如图所示。

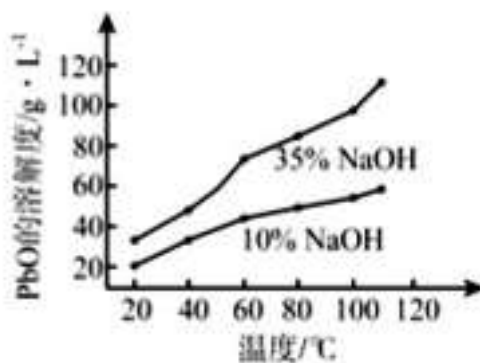
①过程 II 的目的是脱硫。滤液 I 经处理后可在过程 II 中重复使用, 其目的是\_\_\_\_\_ (选填序号)。

A. 减小  $\text{Pb}$  的损失, 提高产品的产率

B. 重复利用  $\text{NaOH}$ , 提高原料的利用率

C. 增加  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  浓度, 提高脱硫效率

②过程 III 的目的是提纯, 结合上述溶解度曲线, 简述过程 III 的操作: \_\_\_\_\_



解析: 过程 II 脱硫过程中发生的反应为  $\text{PbSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{PbO} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , 由于  $\text{PbO}$  能溶解与  $\text{NaOH}$  溶液, 因此滤液 I 中含有  $\text{Pb}$  元素, 滤液 I 重复使用可减少  $\text{PbO}$  损失, 提高产品的产率, 且滤液 I 中过量的  $\text{NaOH}$  可以重复利用, 提高原料的利用率, 答案: AB。


故答案为: AB。



根据 PbO 的溶解度曲线，提纯粗 Pb 的方法为将粗 PbO 溶解在 NaOH 溶液中，结合溶解度曲线特点可知浓度高的 NaOH 溶液和较高的温度，PbO 的溶解度高，因此加热至较高温度，充分溶解，然后再高温下趁热过滤除去杂质，后冷却后 PbO 又析出结晶，再次过滤可得到 PbO 固体。

答案：向 PbO 粗品中加入一定量的 35%NaOH 溶液，加热至 110℃，充分溶解后，趁热过滤，冷却结晶，过滤得到 PbO 固体。

11. 以 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液和不同金属的硫酸盐溶液作为实验对象，探究盐的性质和盐溶液间反应的多样性。

实验	试剂	现象	试管
	滴管		
	0.2 mol·L <sup>-1</sup> Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 溶液	饱和 Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 溶液	I。产生白色沉淀
		0.2 mol·L <sup>-1</sup> CuSO <sub>4</sub>	II。溶液变绿，继续滴加产生棕黄色沉淀
		0.1 mol·L <sup>-1</sup> Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 溶液	III。开始无明显变化，继续滴加产生白色沉淀

(1) 经检验，现象 I 中的白色沉淀是 Ag<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>。用离子方程式解释现象 I：\_\_\_\_\_。

解析：实验 I 中 0.2mol/LNa<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液滴入饱和 Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液，由于 Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 饱和溶液且溶液混合后稀释，因此不可能是 Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 沉淀，考虑 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 浓度较大，因此推断白色沉淀为 Ag<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>，反应的离子方程式为：2Ag<sup>+</sup>+SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>=Ag<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>↓。

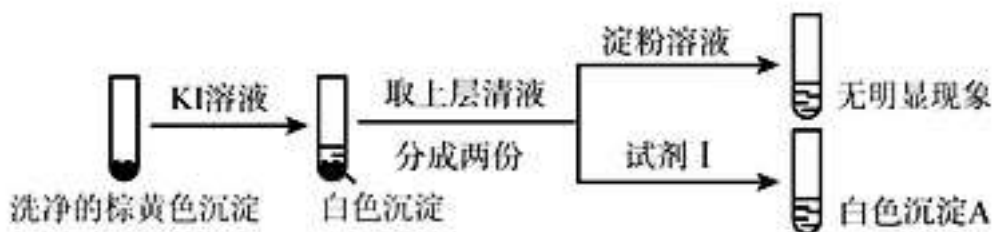
答案：2Ag<sup>+</sup>+SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>=Ag<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>↓。

(2) 经检验，现象 II 的棕黄色沉淀中不含 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，含有 Cu<sup>+</sup>、Cu<sup>2+</sup>和 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>。

已知：Cu<sup>+</sup> $\xrightarrow{\text{稀硫酸}}$ Cu+Cu<sup>2+</sup>，Cu<sup>2+</sup> $\xrightarrow{\text{I}^-}$ CuI↓(白色)+I<sub>2</sub>。

①用稀硫酸证实沉淀中含有 Cu<sup>+</sup>的实验现象是\_\_\_\_\_。

②通过下列实验证实，沉淀中含有  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{SO}_3^{2-}$ 。



A. 白色沉淀 A 是  $\text{BaSO}_4$ ，试剂 I 是\_\_\_\_\_。

B. 证实沉淀中含有  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{SO}_3^{2-}$  的理由是\_\_\_\_\_。

解析：依据反应  $\text{Cu}^{2+}$  和稀硫酸反应铜和铜离子，若沉淀中含有  $\text{Cu}^{2+}$ ，加入稀硫酸会发生歧化反应生成铜单质，实验现象是有红色固体生成。A. 分析实验流程可知实验原理为  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} + \text{I}_2$ 、 $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ ，根据  $\text{BaSO}_4$  沉淀可知，加入的试剂为含  $\text{Ba}^{2+}$  的化合物，可以选用  $\text{BaCl}_2$  溶液，考虑沉淀 A 没有  $\text{BaSO}_3$ ，因此应在酸性环境中。B. 由白色沉淀 A 可知之前所取上层清液中有  $\text{SO}_4^{2-}$ ，由加入 KI 生成白色沉淀可知棕黄色沉淀中含有  $\text{Cu}^{2+}$ ， $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{I}^-$  作用生成  $\text{CuI}$  白色沉淀，由加淀粉无现象说明上层清液中无  $\text{I}_2$ ，而  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{I}^-$  反应生成  $\text{I}_2$ ，因而推断生成的  $\text{I}_2$  参与了其他反应，因而有还原剂  $\text{SO}_3^{2-}$ 。

答案：析出红色固体；②HCl 和  $\text{BaCl}_2$  溶液；棕黄色沉淀与 KI 溶液反应生成白色沉淀 ( $\text{CuI}$ )，证明含有  $\text{Cu}^{2+}$ ，白色沉淀 A 为硫酸钡，证明含有  $\text{SO}_3^{2-}$ 。

(3) 已知： $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$  在水溶液中不存在。经检验，现象 III 的白色沉淀中无  $\text{SO}_4^{2-}$ ，该白色沉淀既能溶于强酸，又能溶于强碱，还可使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色。

①推测沉淀中含有亚硫酸根和\_\_\_\_\_。

解析：①根据题意知实验 III 的白色沉淀中无  $\text{SO}_4^{2-}$ ，该白色沉淀既能溶于强酸，又能溶于强碱，还可使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色，可以推测沉淀中含有  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{OH}^-$ ，可使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色是因为存在有还原性的亚硫酸根离子。

答案：

②对于沉淀中亚硫酸根的存在形式提出两种假设：i. 被  $\text{Al}(\text{OH})_3$  所吸附；ii. 存在于铝的碱式盐中。对假设 ii 设计了对比实验，证实了假设 ii 成立。

A. 将对对比实验方案补充完整。

步骤一：



步骤二：\_\_\_\_\_ (按图形式呈现)。

B. 假设 ii 成立的实验证据是\_\_\_\_\_。

解析：根据假设可知实验的目的是证明产生的沉淀是  $\text{Al}(\text{OH})_3$  还是铝的碱式盐，给定实验首先制备出现象 III 中的沉淀，然后采用滴加 NaOH 溶液，因此对比实验首先要制备出  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀，然后滴加 NaOH 溶液，若两者消耗的 NaOH 体积相同，则现象 III 中的沉淀就是  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀，若两者消耗的 NaOH 体积不同，则现象 III 中的沉淀考虑是铝的碱式盐。

铝的碱式盐和 NaOH 溶液反应相当于铝离子和 NaOH 反应，反应比例为 1: 4，而  $\text{Al}(\text{OH})_3$  和 NaOH 反应比例为 1: 1，因此若  $V_1$  明显大于  $V_2$ ，则假设 ii 成立；若  $V_1 = V_2$ ，则假设 i 成立。

B. 假设 ii 成立的实验证据是  $V_1$  明显大于  $V_2$ 。

答案：① $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{OH}^-$ ；②A。



； $V_1$ 明显大于 $V_2$ 。

(4) 根据实验，亚硫酸盐的性质有\_\_\_\_\_。盐溶液间反应的多样性与\_\_\_\_\_有关。

解析：题目中有多处暗示我们还原性，比如反应中的沉淀可以使酸性高锰酸钾褪色，第二空，实验结论要紧扣实验目的，根据题目，我们探究的是 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液和不同金属的硫酸盐溶液反应，所以得到结论：盐溶液间反应的多样性与两种盐溶液中阴、阳离子的性质和反应条件有关。

答案：还原性、水解呈碱性；两种盐溶液中阴、阳离子的性质和反应条件有关。