2016 北京高考真题

化　　学

一、选择题.

1．（3 分）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

2．（3 分）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．箅渣取液	D．灌装保存
			

A．A　　B．B　　C．C　　D．D

3．（3 分）下列食品添加剂中，其使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

4．（3 分）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/℃	138	144	139	80
熔点/℃	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

5．（3 分）$K_2Cr_2O_7$ 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（　　）

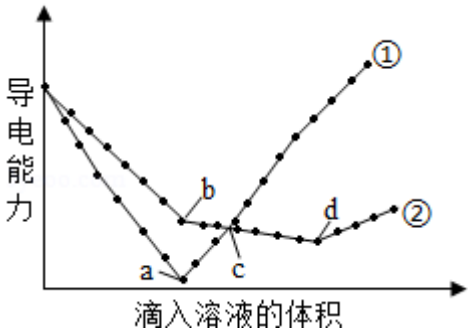
A．①中溶液橙色加深，③中溶液变黄

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

6．（3 分）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（　　）



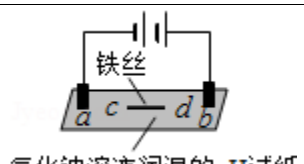
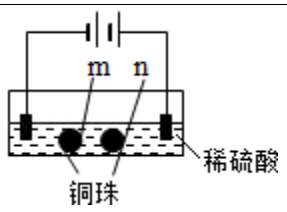
A．①代表滴加 H_2SO_4 溶液的变化曲线

B．b 点，溶液中大量存在的离子是 Na^+、OH^-

C．c 点，两溶液中含有相同量的 OH^-

D．a、d 两点对应的溶液均显中性

7．（3 分）用石墨电极完成下列电解实验．

	实验一	实验二
装置		
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：$2H_2O+2e^-=H_2\uparrow+2OH^-$

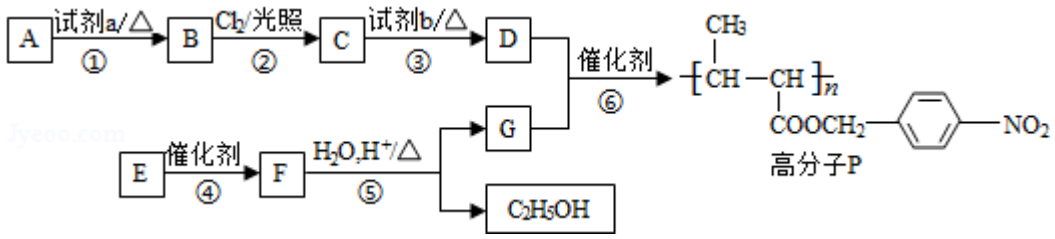
B．b 处：$2Cl^- - 2e^-=Cl_2\uparrow$

C．c 处发生了反应：$Fe - 2e^-=Fe^{2+}$

D．根据实验一的原理，实验二中 m 处能析出铜

二、解答题（共 4 小题，满分 58 分）

8．（17 分）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_____.

（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：_____.

（5）反应④的反应类型是_____.

（6）反应⑤的化学方程式：_____.

（7）已知：$2CH_3CHO \xrightarrow{OH^-} CH_3CHCH_2CHO$（OH 在 CH 上）

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）.

9．（13 分）用零价铁（Fe）去除水体中的硝酸盐（NO_3^-）已成为环境修复研究的热点之一.

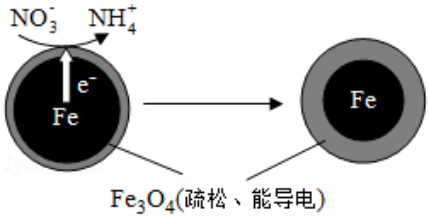


图1

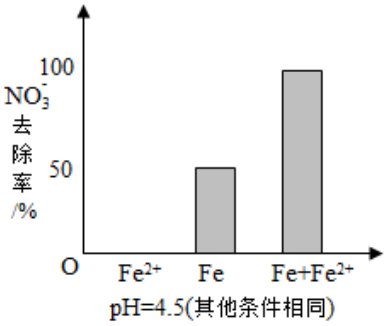


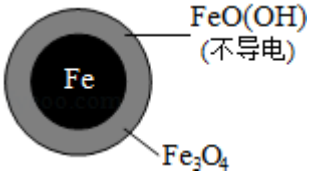
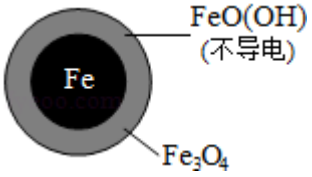
图2

（1）Fe 还原水体中 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_____.

（2）将足量铁粉投入水体中，经 24 小时测定 NO_3^- 的去除率和 pH，结果如下：

初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
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，NO_3^- 的去除率低．其原因是_____.

（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 Fe^{2+} 可以明显提高 NO_3^- 的去除率．对 Fe^{2+} 的作用提出两种假设：

I．Fe^{2+} 直接还原 NO_3^-；

II．Fe^{2+} 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_____.

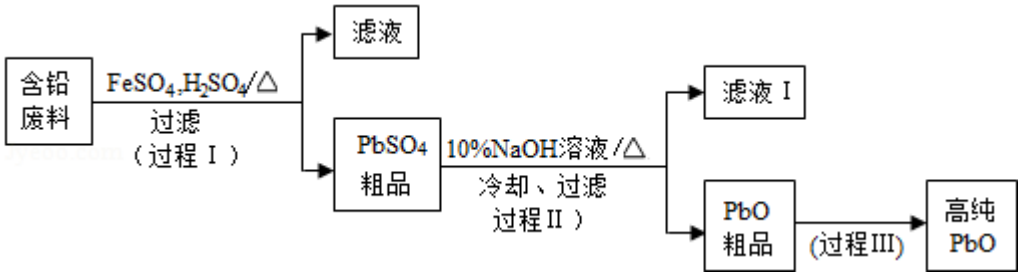
②同位素示踪法证实 Fe^{2+} 能与 FeO（OH）反应生成 Fe_3O_4．结合该反应的离子方程式，解释加入 Fe^{2+} 提高 NO_3^- 去除率的原因：_____.

（4）其他条件与（2）相同，经 1 小时测定 NO_3^- 的去除率和 pH，结果如表：

初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
NO_3^- 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_3^- 去除率和铁的最终物质形态不同的原因：_____.

10．（12 分）以废旧铅酸电池中的含铅废料（Pb、PbO、PbO_2、$PbSO_4$ 及炭黑等）和 H_2SO_4 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 Fe^{2+} 催化下，Pb 和 PbO_2 反应生成 $PbSO_4$ 的化学方程式是_____.

（2）过程I中，Fe^{2+} 催化过程可表示为：

i：$2Fe^{2+}+PbO_2+4H^++SO_4^{2-}=2Fe^{3+}+PbSO_4+2H_2O$

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 $FeSO_4$ 溶液中加入 KSCN 溶液，溶液几乎无色，再加入少量 PbO_2，溶液变红．

b．_____.

（3）PbO 溶解在 NaOH 溶液中，存在平衡：PbO（s）+NaOH（aq）⇌$NaHPbO_2$（aq），其溶解度曲线如图所示．

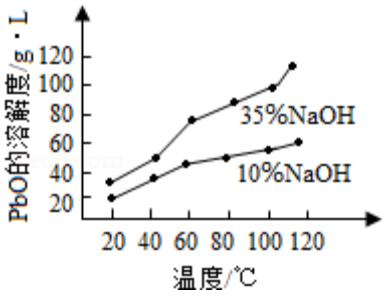
①过程II的目的是脱硫．滤液 1 经处理后可在过程II中重复使用，其目的是_____（选填序号）．

A．减小 Pb 的损失，提高产品的产率

B．重复利用 NaOH，提高原料的利用率

C．增加 Na_2SO_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：



11．（16 分）以 Na_2SO_3 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
	滴管	试管	
		饱和 Ag_2SO_4 溶液	I．产生白色沉淀

	0.2 mol•L^{-1} Na_2SO_3 溶液	0.2 mol•L^{-1} $CuSO_4$	II．溶液变绿，继续滴加产生棕黄色沉淀
		0.1 mol•L^{-1} $Al_2（SO_4）_3$ 溶液	III．开始无明显变化，继续滴加产生白色沉淀

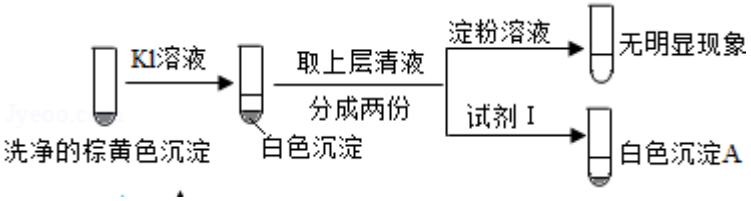
（1）经检验，现象I中的白色沉淀是 Ag_2SO_3．用离子方程式解释现象I：_____．

（2）经检验，现象II的棕黄色沉淀中不含 SO_4^{2-}，含有 Cu^+、Cu^{2+}和 SO_3^{2-}．

已知：$Cu^+\xrightarrow{稀硫酸}Cu+Cu^{2+}$，$Cu^{2+}\xrightarrow{I^-}CuI\downarrow$（白色）$+I_2$．

①用稀硫酸证实沉淀中含有 Cu^+的实验现象是_____．

②通过下列实验证实，沉淀中含有 Cu^{2+}和 SO_3^{2-}．



a．白色沉淀 A 是 $BaSO_4$，试剂 1 是_____．

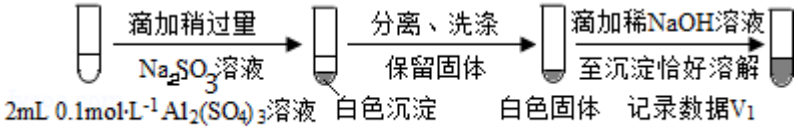
b．证实沉淀中含有 Cu^{2+}和 SO_3^{2-}的理由是_____．

（3）已知：$Al_2（SO_3）_3$在水溶液中不存在．经检验，现象III的白色沉淀中无 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 $KMnO_4$ 溶液褪色．

①推测沉淀中含有亚硫酸根和_____．

②对于沉淀中亚硫酸根的存在形式提出两种假设：i．被 $Al（OH）_3$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

（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．

参考答案

一、选择题.

1．（3分）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

【考点】1A：化学史.

【专题】56：化学应用.

【分析】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.

【解答】解：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。

故选：B。

【点评】本题考查化学史，只要关注时事，平时注意积累，能轻松简答.

2．（3分）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．箅渣取液	D．灌装保存
			

A．A　　B．B　　C．C　　D．D

【考点】P9：物质的分离、提纯的基本方法选择与应用.

【专题】545：物质的分离提纯和鉴别.

【分析】过滤用于分离不溶性物质和液体的分离，一般利用固体的颗粒大小将固体和液体分离，以此解答该题.

【解答】解：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．箅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。

故选：C。

【点评】本题考查物质的分离，侧重于学生的分析、实验能力的考查，题目密切联系生活，有利于培养学生良好的科学素养，提高学生学习的积极性，难度不大.

3．（3分）下列食品添加剂中，其使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

【考点】CA：化学反应速率的影响因素．

【专题】51F：化学反应速率专题．

【分析】一般来说，食品中常加入抗氧剂、调味剂、着色剂以及增稠剂等，其中加入抗氧化剂可减缓食品的腐蚀，延长保质期，而调味剂、着色剂以及增稠剂与食品的色、态、味有关，以此解答该题．

【解答】解：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。

故选：A。

【点评】本题考查常见食品的添加剂，与化学反应速率相结合综合考查学生的双基以及分析能力，侧重于化学与生活的考查，有利于培养学生良好的科学素养，难度不大，注意相关基础知识的积累．

4．（3 分）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/℃	138	144	139	80
熔点/℃	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

【考点】HD：有机物的结构和性质．

【专题】533：有机反应．

【分析】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；

B、甲苯的相对分子质量比二甲苯小，沸点比二甲苯低；

C、苯的沸点与二甲苯的沸点相差较大，用蒸馏的方法分离；

D、因为对二甲苯的熔点较高，将温度冷却至﹣25℃～13℃，对二甲苯形成固体，从而将对二甲苯分离出来．

【解答】解：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；

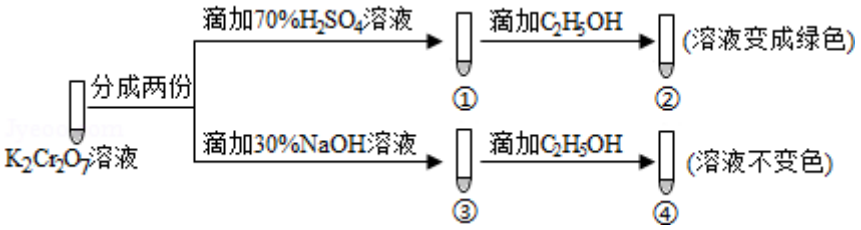
C、苯的沸点与二甲苯的沸点相差较大，可以用蒸馏的方法分离，故 C 正确；

D、因为对二甲苯的熔点较高，将温度冷却至﹣25℃～13℃，对二甲苯形成固体，从而将对二甲苯分离出来，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题涉及到物质的分离和提纯、有机物的反应类型、沸点高低比较，考查学生根据表格的数据分析解决问题的能力，难度不大．

5．（3 分）$K_2Cr_2O_7$ 溶液中存在平衡：$Cr_2O_7^{2-}$（橙色）+H_2O⇌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

【考点】B1：氧化还原反应；CB：化学平衡的影响因素．

【专题】515：氧化还原反应专题；51E：化学平衡专题．

【分析】$K_2Cr_2O_7$ 溶液中存在平衡：$Cr_2O_7^{2-}$（橙色）+H_2O⇌2CrO_4^{2-}（黄色）+2H^+，加入酸，氢离子浓度增大，平衡逆向移动，则溶液橙色加深，加入碱，平衡正向移动，溶液变黄，由实验②、④可知 $Cr_2O_7^{2-}$ 具有较强的氧化性，可氧化乙醇，而 CrO_4^{2-} 不能，以此解答该题．

【解答】解：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；

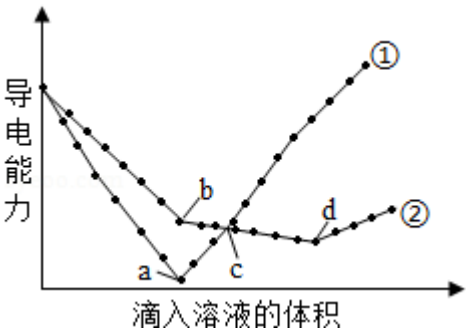
C．②是酸性条件，④是碱性条件，酸性条件下氧化乙醇，而碱性条件不能，说明酸性条件下氧化性强，故 C 正确；

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。

故选：D。

【点评】本题综合考查氧化还原反应以及化学平衡的移动问题，侧重于学生的分析能力的考查，注意把握题给信息，为解答该题的关键，易错点为 D，注意 $Cr_2O_7^{2-}$、CrO_4^{2-} 氧化性的比较，难度不大．

6．（3 分）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 H_2SO_4 溶液的变化曲线

B．b 点，溶液中大量存在的离子是 Na^+、OH^-

C．c 点，两溶液中含有相同量的 OH^-

D．a、d 两点对应的溶液均显中性

【考点】D4：电解质溶液的导电性．

【专题】51G：电离平衡与溶液的 pH 专题．

【分析】A．Ba（OH）$_2$ 溶液和 H_2SO_4、$NaHSO_4$ 溶液反应方程式分别为 $H_2SO_4+Ba(OH)_2=BaSO_4\downarrow+2H_2O$、$NaHSO_4+Ba(OH)_2=BaSO_4\downarrow+NaOH+H_2O$，$2NaHSO_4+Ba(OH)_2=BaSO_4\downarrow+Na_2SO_4+2H_2O$，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 Ba（OH）$_2$ 溶液和 H_2SO_4 的反应，则曲线②为 Ba（OH）$_2$ 溶液和 $NaHSO_4$ 溶液的反应；

B．根据图知，a 点为 Ba（OH）$_2$ 溶液和 H_2SO_4 恰好反应，H_2SO_4、$NaHSO_4$ 溶液的物质的量浓度相等，则 b 点溶液溶质为 NaOH；

C．c 点，①中稀硫酸过量，溶质为硫酸，②中反应后溶质为 NaOH、Na_2SO_4；

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 Na_2SO_4．

【解答】解：A．Ba（OH）$_2$ 溶液和 H_2SO_4、$NaHSO_4$ 溶液反应方程式分别为 $H_2SO_4+Ba(OH)_2=BaSO_4\downarrow+2H_2O$、$NaHSO_4+Ba(OH)_2=BaSO_4\downarrow+NaOH+H_2O$，$2NaHSO_4+Ba(OH)_2=BaSO_4\downarrow+Na_2SO_4+2H_2O$，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 Ba（OH）$_2$ 溶液和 H_2SO_4 的反应，则曲线②为 Ba（OH）$_2$ 溶液和 $NaHSO_4$ 溶液的反应，即①代表滴加 H_2SO_4 溶液的变化曲线，故 A 正确；

B．根据图知，a 点为 Ba（OH）$_2$ 溶液和 H_2SO_4 恰好反应，H_2SO_4、$NaHSO_4$ 溶液的物质的量浓度相等，则 b 点溶液溶质为 NaOH，所以 b 点，溶液中大量存在的离子是 Na^+、OH^-，故 B 正确；

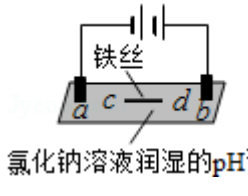
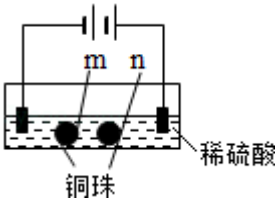
C．c 点，①中稀硫酸过量，溶质为硫酸，②中反应后溶液中溶质为 NaOH、Na_2SO_4，因为硫酸根离子浓度相同，②中钠离子浓度大于①中氢离子浓度，所以溶液中氢氧根离子浓度不同，故 C 错误；

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 Na_2SO_4，水和硫酸钠溶液都呈中性，故 D 正确；

故选：C。

【点评】本题考查酸碱混合溶液定性判断，为高频考点，侧重考查学生分析判断及识图能力，明确发生的反应及各点溶液中溶质成分是解本题关键，注意：溶液导电能力与离子浓度成正比，题目难度中等．

7．（3 分）用石墨电极完成下列电解实验．

	实验一	实验二
装置		

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：$2H_2O+2e^-=H_2\uparrow+2OH^-$

B．b 处：$2Cl^- - 2e^-=Cl_2\uparrow$

C．c 处发生了反应：$Fe - 2e^-=Fe^{2+}$

D．根据实验一的原理，实验二中 m 处能析出铜

【考点】BH：原电池和电解池的工作原理．

【专题】51I：电化学专题．

【分析】实验一 a、d 处试纸变蓝，说明生成 OH^-，为电解池的阴极，b 处变红，局部褪色，为电解池的阳极，生成氯气，c 处无明显变化，铁丝左侧为阳极，右侧为阴极，

实验二两个石墨电极附近有气泡产生，左侧生成氢气，右侧生成氧气，两个铜珠的左侧为阳极，右侧为阴极，n 处有气泡产生，为阴极，以此解答该题．

【解答】解：A．d 处试纸变蓝，为阴极，生成 OH^-，电极方程式为 $2H_2O+2e^-=H_2\uparrow+2OH^-$，故 A 正确；

B．b 处变红，局部褪色，是因为 $Cl_2+H_2O=HCl+HClO$，HCl 的酸性使溶液变红，HClO 的漂白性使局部褪色，故 B 错误；

C．c 处为阳极，发生了反应：$Fe - 2e^-=Fe^{2+}$，故 C 正确；

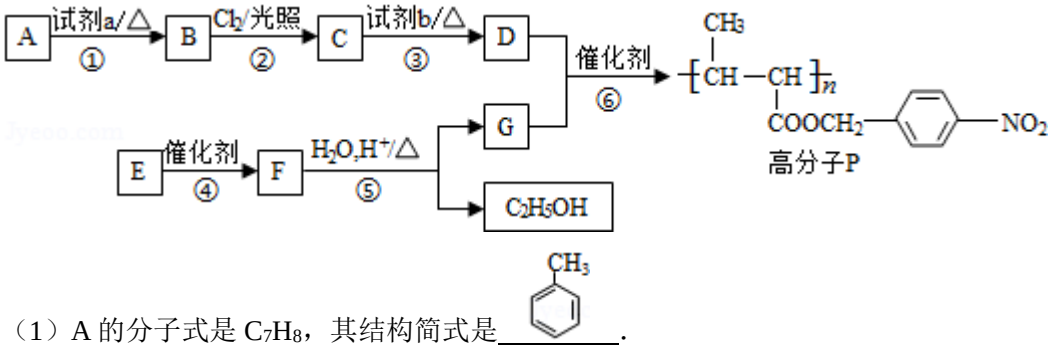
D．实验一中 ac 形成电解池，db 形成电解池，所以实验二中也相当于形成三个电解池，一个球两面为不同的两极，左边铜珠的左侧为阳极，发生的电极反应为 $Cu - 2e^-=Cu^{2+}$，右侧（即位置 m 处）为阴极，发生的电极反应为 $Cu^{2+}+2e^-=Cu$，同样右边铜珠的左侧为阳极，右侧（即位置 n 处）为阴极，因此 m 处能析出铜的说法正确，故 D 正确。

故选：B。

【点评】本题考查电解原理，侧重于学生的分析能力的考查，注意把握电极的判断以及电极反应，为解答该题的关键，题目易错点为 D，注意铜珠的左右侧可看出阴、阳极，难度中等．

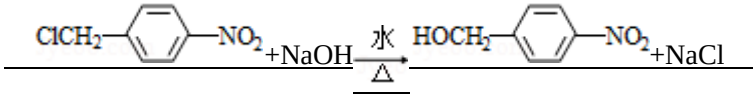
二、解答题（共 4 小题，满分 58 分）

8．（17 分）功能高分子 P 的合成路线如下：



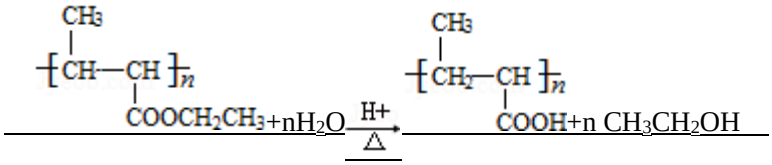
（1）A 的分子式是 C_7H_8，其结构简式是_____.

（2）试剂 a 是 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：碳碳双链，酯基．

（5）反应④的反应类型是加聚反应．

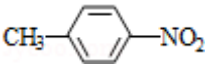
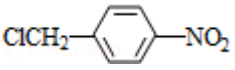
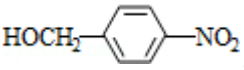
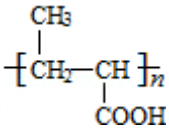
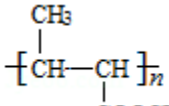
（6）反应⑤的化学方程式：.

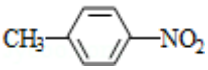
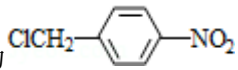
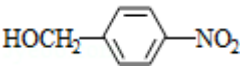
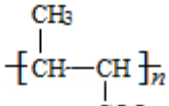
（7）已知：$2CH_3CHO \xrightarrow{OH^-} CH_3CH(OH)CH_2CHO$

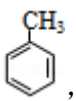
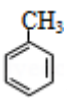
以乙烯为起始原料，选用必要的无机试剂合成 E，写出合成路线（用结构简式表示有机物），用箭头表示转化关系，箭头上注明试剂和反应条件）．

【考点】HB：有机物的推断．

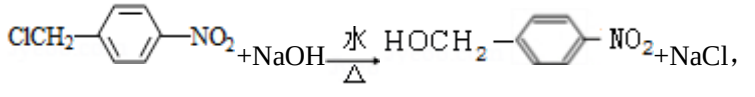
【专题】534：有机物的化学性质及推断．

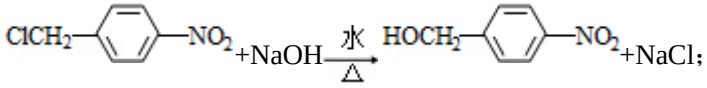
【分析】A 的分子式是 C_7H_8，其结构简式是，结合 P 的结构简式，可知 A 与浓硝酸在浓硫酸、加热条件下发生取代反应生成 B 为，B 与氯气在光照条件下发生取代反应生成 C 为，C 在氢氧化钠水溶液、加热条件下发生水解反应生成 D 为，可知 G 的结构简式为，则 F ，E 的分子式是 $C_6H_{10}O_2$，则 E 为 $CH_3CH=CHCOOCH_2CH_3$．

【解答】解：A 的分子式是 C_7H_8，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、加热条件下发生取代反应生成 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，可知 G 的结构简式，则 F，E 的分子式是 $C_6H_{10}O_2$，则 E 为 $CH_3CH=CHCOOCH_2CH_3$．

（1）A 的分子式是 C_7H_8，其结构简式是，故答案为：；

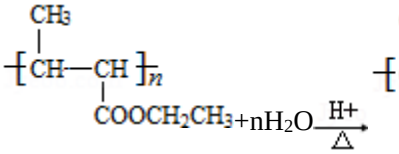
（2）试剂 a 是：浓硫酸和浓硝酸，故答案为：浓硫酸和浓硝酸；

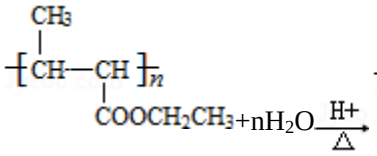
（3）反应③的化学方程式：，

故答案为：

（4）E 为 $CH_3CH=CHCOOCH_2CH_3$，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 

故答案为 

（7）乙烯与 HBr 发生加成反应生成 CH_3CH_2Br，然后发生水解反应生成 CH_3CH_2OH，再发生氧化反应生成 CH_3CHO，2 分子乙醛发生加成反应生成 $CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2CHO$，再发生氧化反应生成 $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_2COOH$，再与氢气发生加成反应生成 $CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2COOH$，在浓硫酸、加热条件下发生消去反应生成生成 $CH_3CH=CHCOOH$，最后与乙醇发生酯化反应生成 $CH_3CH=CHCOOCH_2CH_3$，合成路线流程图为：$CH_2=CH_2\xrightarrow{HBr}CH_3CH_2Br\xrightarrow[\triangle]{NaOH水溶液}CH_3CH_2OH$

$\xrightarrow[\triangle]{O_2/Cu}CH_3CHO\xrightarrow[OH^-]{CH_3CHO}CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2CHO\xrightarrow[催化剂]{O_2}CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_2COOH\xrightarrow[催化剂]{氢气}CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2COOH\xrightarrow[\triangle]{浓硫酸}$

$CH_3CH=CHCOOH\xrightarrow[浓硫酸/\triangle]{CH_3CH_2OH}CH_3CH=CHCOOCH_2CH_3$，

故答案为：$CH_2=CH_2\xrightarrow{HBr}CH_3CH_2Br\xrightarrow[\triangle]{NaOH水溶液}CH_3CH_2OH\xrightarrow[\triangle]{O_2/Cu}CH_3CHO\xrightarrow[OH^-]{CH_3CHO}CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2CHO\xrightarrow[催化剂]{O_2}$

$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_2COOH\xrightarrow[催化剂]{氢气}CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2COOH\xrightarrow[\triangle]{浓硫酸}CH_3CH=CHCOOH\xrightarrow[浓硫酸/\triangle]{CH_3CH_2OH}CH_3CH=CHCOOCH_2CH_3$.

【点评】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. （13 分）用零价铁（Fe）去除水体中的硝酸盐（NO_3^-）已成为环境修复研究的热点之一.

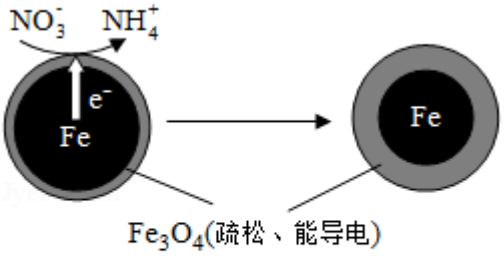


图1

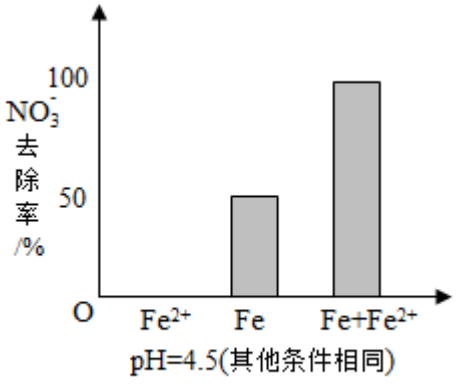


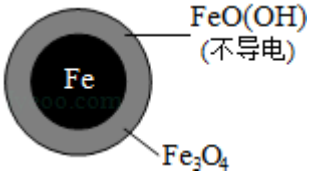
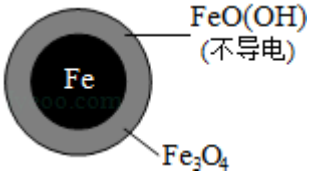
图2

（1）Fe 还原水体中 NO_3^- 的反应原理如图 1 所示．

①作负极的物质是__铁__．

②正极的电极反应式是__$NO_3^-+8e^-+10H^+=NH_4^++3H_2O$__．

（2）将足量铁粉投入水体中，经 24 小时测定 NO_3^- 的去除率和 pH，结果如下：

初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
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，NO_3^- 的去除率低．其原因是__FeO（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 Fe^{2+} 可以明显提高 NO_3^- 的去除率．对 Fe^{2+} 的作用提出两种假设：

I．Fe^{2+} 直接还原 NO_3^-；

II．Fe^{2+} 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__本实验条件下，Fe^{2+} 不能直接还原 NO_3^-；在 Fe 和 Fe^{2+} 共同作用下能提高 NO_3^- 的去除率__．

②同位素示踪法证实 Fe^{2+} 能与 FeO（OH）反应生成 Fe_3O_4．结合该反应的离子方程式，解释加入 Fe^{2+} 提高 NO_3^- 去除率的原因：__$Fe^{2+}+2FeO（OH）=Fe_3O_4+2H^+$，$Fe^{2+}$ 将不导电的 FeO（OH）转化为可导电的 Fe_3O_4，利于电子转移__．

（4）其他条件与（2）相同，经 1 小时测定 NO_3^- 的去除率和 pH，结果如表：

初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
NO_3^- 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_3^- 去除率和铁的最终物质形态不同的原因：__初始 pH 低时，产生的 Fe^{2+} 充足；初始 pH 高时，产生的 Fe^{2+} 不足__．

【考点】BH：原电池和电解池的工作原理；FE："三废"处理与环境保护；S4：铁及其化合物的性质实验．

【专题】51I：电化学专题；52：元素及其化合物．

【分析】（1）①Fe 还原水体中 NO_3^-，根据题意 Fe_3O_4 为电解质，则 Fe 作还原剂，失去电子，作负极；

②NO_3^- 在正极得电子发生还原反应产生 NH_4^+，根据图 2 信息可知为酸性环境；

（2）由于 Fe_3O_4 为电解质，而电解质主要作用是为电子转移提供媒介，然后根据 FeO（OH）不导电进行分析；

（3）①根据图 2 中的三个实验结果进行分析；

②结合（2）题中的铁的最终物质形态结果差异进行分析；

（4）根据 Fe^{2+} 的作用进行分析．

【解答】解：（1）①Fe 还原水体中 NO_3^-，则 Fe 作还原剂，失去电子，作负极，

故答案为：铁；

②NO_3^-在正极得电子发生还原反应产生 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：$NO_3^-+8e^-+10H^+=NH_4^++3H_2O$，

故答案为：$NO_3^-+8e^-+10H^+=NH_4^++3H_2O$；

（2）pH 越高，Fe^{3+}越易水解生成 FeO（OH），而 FeO（OH）不导电，阻碍电子转移，所以 NO_3^-的去除率低．

故答案为：FeO（OH）不导电，阻碍电子转移；

（3）①从图 2 的实验结果可以看出，单独加入 Fe^{2+}时，NO_3^-的去除率为 0，因此得出 Fe^{2+}不能直接还原 NO_3^-；而 Fe 和 Fe^{2+}共同加入时 NO_3^-的去除率比单独 Fe 高，因此可以得出结论：本实验条件下，Fe^{2+}不能直接还原 NO_3^-；在 Fe 和 Fe^{2+}共同作用下能提高 NO_3^-的去除率．

故答案为：本实验条件下，Fe^{2+}不能直接还原 NO_3^-；在 Fe 和 Fe^{2+}共同作用下能提高 NO_3^-的去除率；

②同位素示踪法证实了 Fe^{2+}能与 FeO（OH）反应生成 Fe_3O_4，离子方程式为：$Fe^{2+}+2FeO(OH)=Fe_3O_4+2H^+$，$Fe^{2+}$将不导电的 FeO（OH）转化为可导电的 Fe_3O_4，利于电子转移．

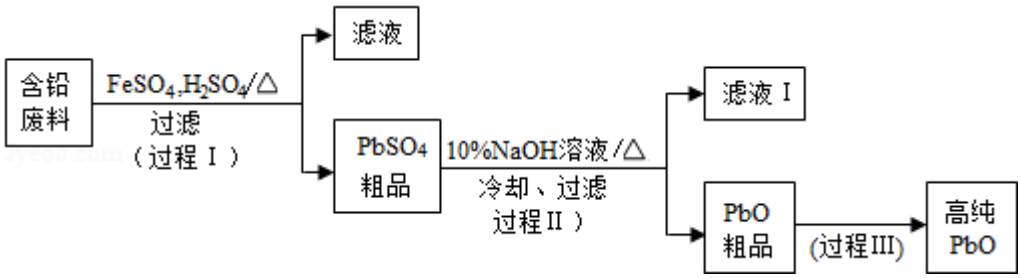
故答案为：$Fe^{2+}+2FeO(OH)=Fe_3O_4+2H^+$，$Fe^{2+}$将不导电的 FeO（OH）转化为可导电的 Fe_3O_4，利于电子转移；

（4）根据实验结果可知 Fe^{2+}的作用是将不导电的 FeO（OH）转化为可导电的 Fe_3O_4，而 NO_3^-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^{2+}的含量．

故答案为：初始 pH 低时，产生的 Fe^{2+}充足；初始 pH 高时，产生的 Fe^{2+}不足．

【点评】考查化学反应原理，涉及电化学、氧化还原反应等相关知识，题中的 Fe 与 NO_3^-的反应跟溶液酸碱性有关，抓住这一点是解题的关键，第II问的解答有一定的难度，特别是阐述上的准确性．

10．（12 分）以废旧铅酸电池中的含铅废料（Pb、PbO、PbO_2、$PbSO_4$及炭黑等）和 H_2SO_4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 Fe^{2+}催化下，Pb 和 PbO_2反应生成 $PbSO_4$的化学方程式是 $Pb+PbO_2+2H_2SO_4=2PbSO_4+2H_2O$ ．

（2）过程I中，Fe^{2+}催化过程可表示为：

i：$2Fe^{2+}+PbO_2+4H^++SO_4^{2-}=2Fe^{3+}+PbSO_4+2H_2O$

ii：…

①写出 ii 的离子方程式：$2Fe^{3+}+Pb+SO_4^{2-}=PbSO_4+2Fe^{2+}$ ．

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 $FeSO_4$溶液中加入 KSCN 溶液，溶液几乎无色，再加入少量 PbO_2，溶液变红．

b．取 a 中红色溶液少量，加入过量 Pb，充分反应后，红色褪去 ．

（3）PbO 溶解在 NaOH 溶液中，存在平衡：PbO（s）+NaOH（aq）⇌$NaHPbO_2$（aq），其溶解度曲线如图所示．

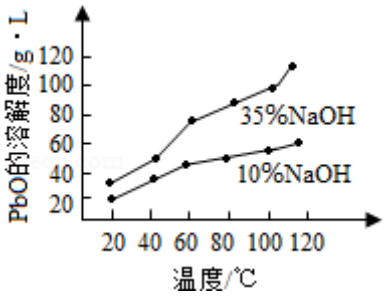
①过程II的目的是脱硫．滤液 1 经处理后可在过程II中重复使用，其目的是 AB （选填序号）．

A．减小 Pb 的损失，提高产品的产率

B．重复利用 NaOH，提高原料的利用率

C．增加 Na_2SO_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：<u>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</u>



【考点】P8：物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用；U3：制备实验方案的设计．

【专题】546：无机实验综合．

【分析】以废旧铅酸电池中的含铅废料（Pb、PbO、PbO_2、$PbSO_4$ 及炭黑等）和 H_2SO_4 为原料，制备高纯 PbO，含铅废料加入硫酸亚铁、稀硫酸加热反应过滤得到 $PbSO_4$ 粗品，加入 10%的氢氧化钠溶液加热反应，冷却过滤得到 PbO 粗品，粗 PbO 溶解在 35%NaOH 溶液中配成高温下的饱和溶液，冷却结晶、过滤得 PbO，

（1）根据题给化学工艺流程知，过程I中，在 Fe^{2+} 催化下，Pb、PbO_2 和 H_2SO_4 反应生成 $PbSO_4$ 和水；

（2）①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 Fe^{2+} 被 PbO_2 氧化为 Fe^{3+}，则反应 ii 中 Fe^{3+} 被 Pb 还原为 Fe^{2+}，据此书写离子方程式；

②a 实验证明发生反应 i，则 b 实验需证明发生反应 ii，实验方案为取 a 中红色溶液少量，加入过量 Pb，充分反应后，红色褪去；

（3）①过程II脱硫过程中发生的反应为 $PbSO_4+2NaOH=PbO+Na_2SO_4+H_2O$，而滤液I中含有硫酸，可降低溶液的 pH，使平衡 PbO（s）+NaOH（aq）⇌$NaHPbO_2$（aq）逆向移动；

②根据 PbO 的溶解度曲线进行解答；

【解答】解：（1）根据题给化学工艺流程知，过程I中，在 Fe^{2+} 催化下，Pb、PbO_2 和 H_2SO_4 反应生成 $PbSO_4$ 和水，化学方程式为：$Pb+PbO_2+2H_2SO_4═2PbSO_4+2H_2O$，

故答案为：$Pb+PbO_2+2H_2SO_4═2PbSO_4+2H_2O$；

（2）①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 Fe^{2+} 被 PbO_2 氧化为 Fe^{3+}，则反应 ii 中 Fe^{3+} 被 Pb 还原为 Fe^{2+}，离子方程式为：$2Fe^{3+}+Pb+SO_4^{2-}═PbSO_4+2Fe^{2+}$，

故答案为：$2Fe^{3+}+Pb+SO_4^{2-}═PbSO_4+2Fe^{2+}$；

②a 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 $FeSO_4$ 溶液中加入 KSCN 溶液，溶液几乎无色，再加入少量 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，$Fe^{3+}+3SCN^-=Fe(SCN)_3$，加入过量 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，

故答案为：取 a 中红色溶液少量，加入过量 Pb，充分反应后，红色褪去；

（3）①过程II脱硫过程中发生的反应为 $PbSO_4+2NaOH=PbO+Na_2SO_4+H_2O$，由于 PbO 能溶解与 NaOH 溶液，因此滤液I中含有 Pb 元素，滤液I重复使用可减少 PbO 损失，提高产品的产率，且滤液I中过量的 NaOH 可以重复利用，提高原料的利用率，故选 AB．

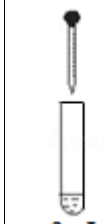
故答案为：AB；

②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．

故答案为：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．

【点评】本题考查了化学工艺流程分析、催化剂、离子方程式书写、化学实验方案的设计、物质分离提纯、平衡一点原理的应用，题目难度中等．

11．（16 分）以 Na_2SO_3 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
	滴管	试管	
	0.2 mol•L^{-1} Na_2SO_3 溶液	饱和 Ag_2SO_4 溶液	I．产生白色沉淀
		0.2 mol•L^{-1} $CuSO_4$	II．溶液变绿，继续滴加产生棕黄色沉淀
		0.1 mol•L^{-1} $Al_2(SO_4)_3$ 溶液	III．开始无明显变化，继续滴加产生白色沉淀

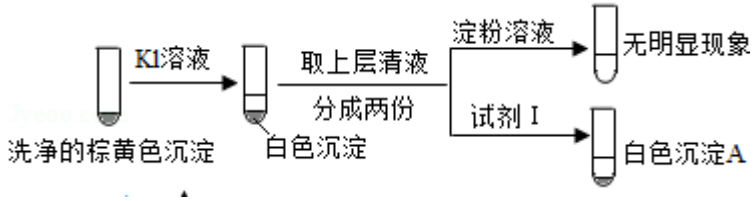
（1）经检验，现象I中的白色沉淀是 Ag_2SO_3．用离子方程式解释现象I：$2Ag^++SO_3^{2-}=Ag_2SO_3\downarrow$．

（2）经检验，现象II的棕黄色沉淀中不含 SO_4^{2-}，含有 Cu^+、Cu^{2+}和 SO_3^{2-}．

已知：$Cu^+\xrightarrow{稀硫酸}Cu+Cu^{2+}$，$Cu^{2+}\xrightarrow{I^-}CuI\downarrow$（白色）$+I_2$．

①用稀硫酸证实沉淀中含有 Cu^+的实验现象是析出红色固体．

②通过下列实验证实，沉淀中含有 Cu^{2+}和 SO_3^{2-}．



a．白色沉淀 A 是 $BaSO_4$，试剂 1 是 HCl 和 $BaCl_2$ 溶液．

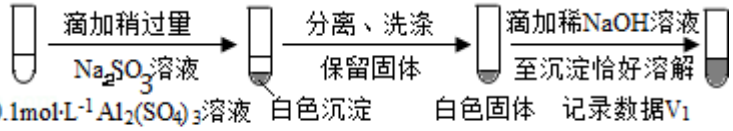
b．证实沉淀中含有 Cu^{2+}和 SO_3^{2-}的理由是在 I^-的作用下，Cu^{2+}转化为白色沉淀 CuI，SO_3^{2-}转化为 SO_4^{2-}．

（3）已知：$Al_2(SO_3)_3$在水溶液中不存在．经检验，现象III的白色沉淀中无 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 $KMnO_4$ 溶液褪色．

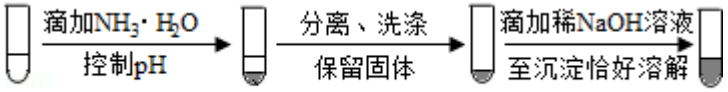
①推测沉淀中含有亚硫酸根和 Al（OH）$_3$.

②对于沉淀中亚硫酸根的存在形式提出两种假设：i．被 Al（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 V_1明显大于 V_2

（4）根据实验，亚硫酸盐的性质有 溶解性、还原性、在水溶液中呈碱性 ．盐溶液间反应的多样性与 两种盐溶液中阴、阳离子的性质 有关．

【考点】U2：性质实验方案的设计．

【专题】546：无机实验综合．

【分析】（1）0.2mol/LNa_2SO_3溶液滴入饱和 Ag_2SO_4溶液发生反应生成白色沉淀 Ag_2SO_3；

（2）①根据第二题中现象 2 及已知信息，可以得知，取少量洗净（排除 Cu^{2+}干扰）的棕黄色沉淀，滴加稀硫酸，沉淀变红（铜单质），则证明有 Cu^+；

②a．根据 $BaSO_4$沉淀可知，加入的试剂为含 Ba^{2+}的化合物，可以选用 $BaCl_2$；

b．由白色沉淀 A 可知之前所取上层清液中有 SO_4^{2-}，由加入 KI 生成白色沉淀可知棕黄色沉淀中含有 Cu^{2+}，Cu^{2+}和 I^-作用生成 CuI 白色沉淀，由加淀粉无现象说明上层清液中无 I_2，而 Cu^{2+}和 I^-反应生成 I_2，因而推断生成的 I_2参与了其他反应，因而有还原剂 SO_3^{2-}；

（3）①由题意，白色沉淀既能溶于强酸，又能溶于强碱，可以得到沉淀中含有 Al^{3+}和 OH^-，可使酸性 $KMnO_4$溶液褪色是因为存在有还原性的亚硫酸根离子；

②根据实验目的和对比实验设计原理进行解答；

（4）根据实验，亚硫酸盐具有溶解性、还原性、水解呈碱性，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．

【解答】解：（1）实验I中 0.2mol/LNa_2SO_3溶液滴入饱和 Ag_2SO_4溶液，由于 Ag_2SO_4饱和溶液且溶液混合后稀释，因此不可能是 Ag_2SO_4沉淀，考虑 SO_3^{2-}浓度较大，因此推断白色沉淀为 Ag_2SO_3，反应的离子方程式为：$2Ag^++SO_3^{2-}=Ag_2SO_3\downarrow$，故答案为：$2Ag^++SO_3^{2-}=Ag_2SO_3\downarrow$；

（2）①依据反应 Cu^+和稀硫酸反应铜和铜离子，若沉淀中含有 Cu^+，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，

故答案为：析出红色固体；

②a．分析实验流程可知实验原理为 $2Cu^{2+}+4I^-=2CuI+I_2$、$I_2+SO_3^{2-}+H_2O=SO_4^{2-}+2I^-+2H^+$、$SO_4^{2-}+Ba^{2+}=BaSO_4\downarrow$，根据 $BaSO_4$ 沉淀可知，加入的试剂为含 Ba^{2+} 的化合物，可以选用 $BaCl_2$ 溶液，考虑沉淀 A 没有 $BaSO_3$，因此应在酸性环境中．

故答案为：HCl 和 $BaCl_2$ 溶液；

b．由白色沉淀 A 可知之前所取上层清液中有 SO_4^{2-}，由加入 KI 生成白色沉淀可知棕黄色沉淀中含有 Cu^{2+}，Cu^{2+} 和 I^- 作用生成 CuI 白色沉淀，由加淀粉无现象说明上层清液中无 I_2，而 Cu^{2+} 和 I^- 反应生成 I_2，因而推断生成的 I_2 参与了其他反应，因而有还原剂 SO_3^{2-}；

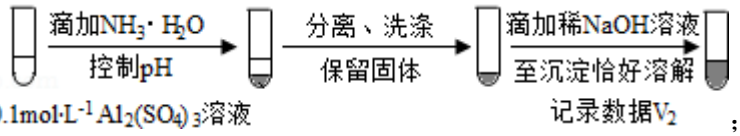
故答案为：棕黄色沉淀与 KI 溶液反应生成白色沉淀（CuI），证明含有 Cu^{2+}，白色沉淀 A 为硫酸钡，证明含有 SO_3^{2-}；

（3）①根据题意知实验III的白色沉淀中无 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 $KMnO_4$ 溶液褪色，可以推测沉淀中含有 Al^{3+} 和 OH^-，可使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色是因为存在有还原性的亚硫酸根离子；

故答案为：Al^{3+}、OH^-；

②根据假设可知实验的目的是证明产生的沉淀是 $Al(OH)_3$ 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 $Al(OH)_3$ 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 $Al(OH)_3$ 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 $Al(OH)_3$ 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．

故答案为：a．

；

b．假设 ii 成立的实验证据是 V_1 明显大于 V_2，

故答案为：V_1 明显大于 V_2；

（4）题目中有多处暗示我们还原性，比如（3）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 Na_2SO_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．

故答案为：还原性、水解呈碱性；两种盐溶液中阴、阳离子的性质有关．

【点评】本题考查化学实验方案的分析、评价和设计．主要是离子检验和实验过程的理解应用，题目难度较大．