**2016年北京市高考化学试卷**

**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（　　）

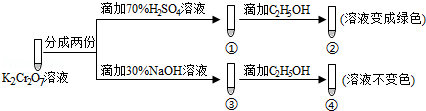
A．该反应属于取代反应

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）K2Cr2O7溶液中存在平衡：Cr2O72﹣（橙色）+H2O⇌2CrO42﹣（黄色）+2H+．用K2Cr2O7溶液进行下列实验：



结合实验，下列说法不正确的是（　　）

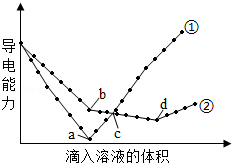
A．①中溶液橙色加深，③中溶液变黄

B．②中Cr2O72﹣被C2H5OH还原

C．对比②和④可知K2Cr2O7酸性溶液氧化性强

D．若向④中加入70%H2SO4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H2SO4、NaHSO4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H2SO4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：2H2O+2e﹣═H2↑+2OH﹣

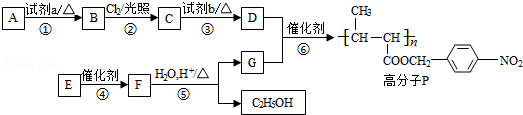
B．b处：2Cl﹣﹣2e﹣═Cl2↑

C．c处发生了反应：Fe﹣2e﹣═Fe2+

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C7H8，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C6H10O2．E中含有的官能团：　 　．

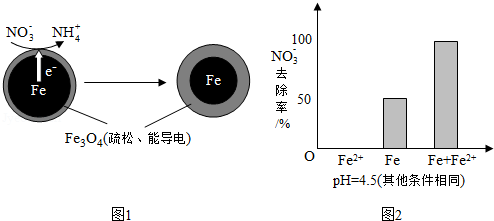
（5）反应④的反应类型是　 　．

（6）反应⑤的化学方程式：　 　．

（7）已知：2CH3CHO

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（NO3﹣）已成为环境修复研究的热点之一．



（1）Fe还原水体中NO3﹣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NO3﹣的去除率和pH，结果如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 初始pH | pH=2.5 | pH=4.5 |
| NO3﹣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，NO3﹣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Fe2+可以明显提高NO3﹣的去除率．对Fe2+的作用提出两种假设：

Ⅰ．Fe2+直接还原NO3﹣；

Ⅱ．Fe2+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　 　．

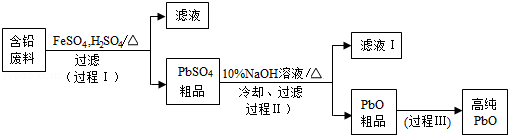
②同位素示踪法证实Fe2+能与FeO（OH）反应生成Fe3O4．结合该反应的离子方程式，解释加入Fe2+提高NO3﹣去除率的原因：　 　．

（4）其他条件与（2）相同，经1小时测定NO3﹣的去除率和pH，结果如表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 初始pH | pH=2.5 | pH=4.5 |
| NO3﹣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，NO3﹣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、PbO2、PbSO4及炭黑等）和H2SO4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Fe2+催化下，Pb和PbO2反应生成PbSO4的化学方程式是　 　．

（2）过程Ⅰ中，Fe2+催化过程可表示为：

i：2Fe2++PbO2+4H++SO42﹣═2Fe3++PbSO4+2H2O

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FeSO4溶液中加入KSCN溶液，溶液几乎无色，再加入少量PbO2，溶液变红．

b．　 　．

（3）PbO溶解在NaOH溶液中，存在平衡：PbO（s）+NaOH（aq）⇌NaHPbO2（aq），其溶解度曲线如图所示．

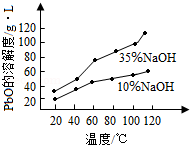
①过程Ⅱ的目的是脱硫．滤液1经处理后可在过程Ⅱ中重复使用，其目的是　 　（选填序号）．

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Na2SO4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Na2SO3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 Na2SO3  溶液 | 饱和Ag2SO4溶液 | Ⅰ．产生白色沉淀 |
| 0.2 mol•L﹣1 CuSO4 | Ⅱ．溶液变绿，继续滴加产生棕黄色沉淀 |
| 0.1 mol•L﹣1 Al2（SO4）3溶液 | Ⅲ．开始无明显变化，继续滴加产生白色沉淀 |

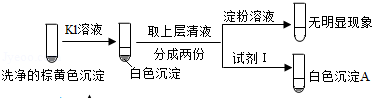
（1）经检验，现象Ⅰ中的白色沉淀是Ag2SO3．用离子方程式解释现象Ⅰ：　 　．

（2）经检验，现象Ⅱ的棕黄色沉淀中不含SO42﹣，含有Cu+、Cu2+和SO32﹣．

已知：Cu+Cu+Cu2+，Cu2+CuI↓（白色）+I2．

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Cu2+和SO32﹣．



a．白色沉淀A是BaSO4，试剂1是　 　．

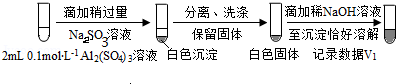
b．证实沉淀中含有Cu2+和SO32﹣的理由是　 　．

（3）已知：Al2（SO3）3在水溶液中不存在．经检验，现象Ⅲ的白色沉淀中无SO42﹣，该白色沉淀既能溶于强酸，又能溶于强碱，还可使酸性KMnO4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．

**2016年北京市高考化学试卷**

**参考答案与试题解析**

**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．菁优网版权所有

【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．菁优网版权所有

【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．菁优网版权所有

【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．菁优网版权所有

【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；

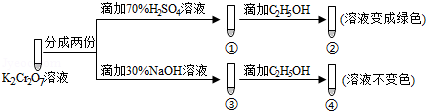
C、苯的沸点与二甲苯的沸点相差较大，可以用蒸馏的方法分离，故C正确；

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）K2Cr2O7溶液中存在平衡：Cr2O72﹣（橙色）+H2O⇌2CrO42﹣（黄色）+2H+．用K2Cr2O7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Cr2O72﹣被C2H5OH还原

C．对比②和④可知K2Cr2O7酸性溶液氧化性强

D．若向④中加入70%H2SO4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．菁优网版权所有

【专题】515：氧化还原反应专题；51E：化学平衡专题．

【分析】K2Cr2O7溶液中存在平衡：Cr2O72﹣（橙色）+H2O⇌2CrO42﹣（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Cr2O72﹣具有较强的氧化性，可氧化乙醇，而CrO42﹣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；

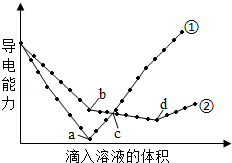
C．②是酸性条件，④是碱性条件，酸性条件下氧化乙醇，而碱性条件不能，说明酸性条件下氧化性强，故C正确；

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Cr2O72﹣、CrO42﹣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H2SO4、NaHSO4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H2SO4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．菁优网版权所有

【专题】51G：电离平衡与溶液的pH专题．

【分析】A．Ba（OH）2溶液和H2SO4、NaHSO4溶液反应方程式分别为H2SO4+Ba（OH）2=BaSO4↓+2H2O、NaHSO4+Ba（OH）2=BaSO4↓+NaOH+H2O，2NaHSO4+Ba（OH）2=BaSO4↓+Na2SO4+2H2O，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H2SO4的反应，则曲线②为Ba（OH）2溶液和NaHSO4溶液的反应；

B．根据图知，a点为Ba（OH）2溶液和H2SO4恰好反应，H2SO4、NaHSO4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、Na2SO4；

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Na2SO4．

【解答】解：A．Ba（OH）2溶液和H2SO4、NaHSO4溶液反应方程式分别为H2SO4+Ba（OH）2=BaSO4↓+2H2O、NaHSO4+Ba（OH）2=BaSO4↓+NaOH+H2O，2NaHSO4+Ba（OH）2=BaSO4↓+Na2SO4+2H2O，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H2SO4的反应，则曲线②为Ba（OH）2溶液和NaHSO4溶液的反应，即①代表滴加H2SO4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H2SO4恰好反应，H2SO4、NaHSO4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、Na2SO4，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Na2SO4，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：2H2O+2e﹣═H2↑+2OH﹣

B．b处：2Cl﹣﹣2e﹣═Cl2↑

C．c处发生了反应：Fe﹣2e﹣═Fe2+

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．菁优网版权所有

【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2H2O+2e﹣═H2↑+2OH﹣，故A正确；

B．b处变红，局部褪色，是因为Cl2+H2O=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﹣═Fe2+，故C正确；

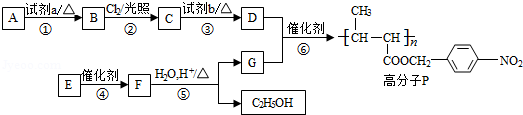
D．实验一中ac形成电解池，db形成电解池，所以实验二中也相当于形成三个电解池，一个球两面为不同的两极，左边铜珠的左侧为阳极，发生的电极反应为Cu﹣2e﹣=Cu2+，右侧（即位置m处）为阴极，发生的电极反应为Cu2++2e﹣=Cu，同样右边铜珠的左侧为阳极，右侧（即位置n处）为阴极，因此m处能析出铜的说法正确，故D正确。

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C7H8，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：　+NaOH+NaCl　．

（4）E的分子式是C6H10O2．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：　+nH2O+n CH3CH2OH　．

（7）已知：2CH3CHO

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．菁优网版权所有

【专题】534：有机物的化学性质及推断．

【分析】A的分子式是C7H8，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C6H10O2，则E为CH3CH=CHCOOCH2CH3．

【解答】解：A的分子式是C7H8，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C6H10O2，则E为CH3CH=CHCOOCH2CH3．

（1）A的分子式是C7H8，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+NaCl，

故答案为：+NaOH+NaCl；

（4）E为CH3CH=CHCOOCH2CH3，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+nH2O+n CH3CH2OH，

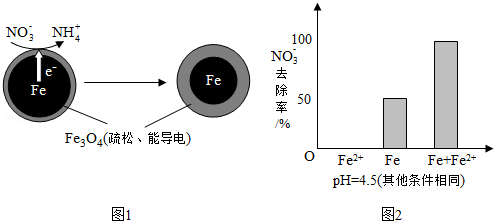
故答案为+nH2O+n CH3CH2OH；

（7）乙烯与HBr发生加成反应生成CH3CH2Br，然后发生水解反应生成CH3CH2OH，再发生氧化反应生成CH3CHO，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CH3CH=CHCOOH，最后与乙醇发生酯化反应生成CH3CH=CHCOOCH2CH3，合成路线流程图为：CH2=CH2CH3CH2BrCH3CH2OHCH3CHOCH3CH=CHCOOHCH3CH=CHCOOCH2CH3，

故答案为：CH2=CH2CH3CH2BrCH3CH2OHCH3CHOCH3CH=CHCOOHCH3CH=CHCOOCH2CH3．

【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（NO3﹣）已成为环境修复研究的热点之一．



（1）Fe还原水体中NO3﹣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　NO3﹣+8e﹣+10H+=NH4++3H2O　．

（2）将足量铁粉投入水体中，经24小时测定NO3﹣的去除率和pH，结果如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 初始pH | pH=2.5 | pH=4.5 |
| NO3﹣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，NO3﹣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Fe2+可以明显提高NO3﹣的去除率．对Fe2+的作用提出两种假设：

Ⅰ．Fe2+直接还原NO3﹣；

Ⅱ．Fe2+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，Fe2+不能直接还原NO3﹣；在Fe和Fe2+共同作用下能提高NO3﹣的去除率　．

②同位素示踪法证实Fe2+能与FeO（OH）反应生成Fe3O4．结合该反应的离子方程式，解释加入Fe2+提高NO3﹣去除率的原因：　Fe2++2FeO（OH）=Fe3O4+2H+，Fe2+将不导电的FeO（OH）转化为可导电的Fe3O4，利于电子转移　．

（4）其他条件与（2）相同，经1小时测定NO3﹣的去除率和pH，结果如表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 初始pH | pH=2.5 | pH=4.5 |
| NO3﹣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，NO3﹣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Fe2+充足；初始pH高时，产生的Fe2+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．菁优网版权所有

【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NO3﹣，根据题意Fe3O4为电解质，则Fe作还原剂，失去电子，作负极；

②NO3﹣在正极得电子发生还原反应产生NH4+，根据图2信息可知为酸性环境；

（2）由于Fe3O4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Fe2+的作用进行分析．

【解答】解：（1）①Fe还原水体中NO3﹣，则Fe作还原剂，失去电子，作负极，

故答案为：铁；

②NO3﹣在正极得电子发生还原反应产生NH4+，根据图2信息可知为酸性环境，则正极的电极反应式为：NO3﹣+8e﹣+10H+=NH4++3H2O，

故答案为：NO3﹣+8e﹣+10H+=NH4++3H2O；

（2）pH越高，Fe3+越易水解生成FeO（OH），而FeO（OH）不导电，阻碍电子转移，所以NO3﹣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Fe2+时，NO3﹣的去除率为0，因此得出Fe2+不能直接还原NO3﹣；而Fe和Fe2+共同加入时NO3﹣的去除率比单独Fe高，因此可以得出结论：本实验条件下，Fe2+不能直接还原NO3﹣；在Fe和Fe2+共同作用下能提高NO3﹣的去除率．

故答案为：本实验条件下，Fe2+不能直接还原NO3﹣；在Fe和Fe2+共同作用下能提高NO3﹣的去除率；

②同位素示踪法证实了Fe2+能与FeO（OH）反应生成Fe3O4，离子方程式为：Fe2++2FeO（OH）=Fe3O4+2H+，Fe2+将不导电的FeO（OH）转化为可导电的Fe3O4，利于电子转移．

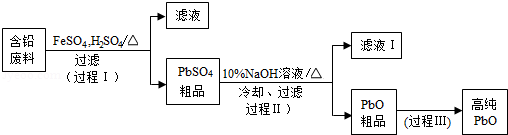
故答案为：Fe2++2FeO（OH）=Fe3O4+2H+，Fe2+将不导电的FeO（OH）转化为可导电的Fe3O4，利于电子转移；

（4）根据实验结果可知Fe2+的作用是将不导电的FeO（OH）转化为可导电的Fe3O4，而NO3﹣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Fe2+的含量．

故答案为：初始pH低时，产生的Fe2+充足；初始pH高时，产生的Fe2+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NO3﹣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、PbO2、PbSO4及炭黑等）和H2SO4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Fe2+催化下，Pb和PbO2反应生成PbSO4的化学方程式是　Pb+PbO2+2H2SO4═2PbSO4+2H2O　．

（2）过程Ⅰ中，Fe2+催化过程可表示为：

i：2Fe2++PbO2+4H++SO42﹣═2Fe3++PbSO4+2H2O

ii：…

①写出ii的离子方程式：　2Fe3++Pb+SO42﹣═PbSO4+2Fe2+　．

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FeSO4溶液中加入KSCN溶液，溶液几乎无色，再加入少量PbO2，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）⇌NaHPbO2（aq），其溶解度曲线如图所示．

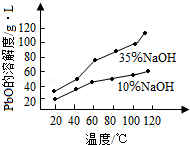
①过程Ⅱ的目的是脱硫．滤液1经处理后可在过程Ⅱ中重复使用，其目的是　AB　（选填序号）．

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Na2SO4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：　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



【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．菁优网版权所有

【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、PbO2、PbSO4及炭黑等）和H2SO4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PbSO4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Fe2+催化下，Pb、PbO2和H2SO4反应生成PbSO4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Fe2+被PbO2氧化为Fe3+，则反应ii中Fe3+被Pb还原为Fe2+，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PbSO4+2NaOH=PbO+Na2SO4+H2O，而滤液Ⅰ中含有硫酸，可降低溶液的pH，使平衡PbO（s）+NaOH（aq）⇌NaHPbO2（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Fe2+催化下，Pb、PbO2和H2SO4反应生成PbSO4和水，化学方程式为：Pb+PbO2+2H2SO4═2PbSO4+2H2O，

故答案为：Pb+PbO2+2H2SO4═2PbSO4+2H2O；

（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Fe2+被PbO2氧化为Fe3+，则反应ii中Fe3+被Pb还原为Fe2+，离子方程式为：2Fe3++Pb+SO42﹣═PbSO4+2Fe2+，

故答案为：2Fe3++Pb+SO42﹣═PbSO4+2Fe2+；

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FeSO4溶液中加入KSCN溶液，溶液几乎无色，再加入少量PbO2，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，Fe3++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PbSO4+2NaOH=PbO+Na2SO4+H2O，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Na2SO3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 Na2SO3  溶液 | 饱和Ag2SO4溶液 | Ⅰ．产生白色沉淀 |
| 0.2 mol•L﹣1 CuSO4 | Ⅱ．溶液变绿，继续滴加产生棕黄色沉淀 |
| 0.1 mol•L﹣1 Al2（SO4）3溶液 | Ⅲ．开始无明显变化，继续滴加产生白色沉淀 |

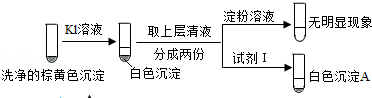
（1）经检验，现象Ⅰ中的白色沉淀是Ag2SO3．用离子方程式解释现象Ⅰ：　2Ag++SO32﹣=Ag2SO3↓　．

（2）经检验，现象Ⅱ的棕黄色沉淀中不含SO42﹣，含有Cu+、Cu2+和SO32﹣．

已知：Cu+Cu+Cu2+，Cu2+CuI↓（白色）+I2．

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Cu2+和SO32﹣．



a．白色沉淀A是BaSO4，试剂1是　HCl和BaCl2溶液　．

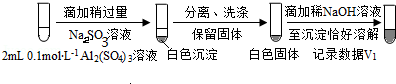
b．证实沉淀中含有Cu2+和SO32﹣的理由是　在I﹣的作用下，Cu2+转化为白色沉淀CuI，SO32﹣转化为SO42﹣　．

（3）已知：Al2（SO3）3在水溶液中不存在．经检验，现象Ⅲ的白色沉淀中无SO42﹣，该白色沉淀既能溶于强酸，又能溶于强碱，还可使酸性KMnO4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　V1明显大于V2

（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．菁优网版权所有

【专题】546：无机实验综合．

【分析】（1）0.2mol/LNa2SO3溶液滴入饱和Ag2SO4溶液发生反应生成白色沉淀Ag2SO3；

（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Cu2+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BaSO4沉淀可知，加入的试剂为含Ba2+的化合物，可以选用BaCl2；

b．由白色沉淀A可知之前所取上层清液中有SO42﹣，由加入KI生成白色沉淀可知棕黄色沉淀中含有Cu2+，Cu2+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I2，而Cu2+和I﹣反应生成I2，因而推断生成的I2参与了其他反应，因而有还原剂SO32﹣；

（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Al3+和OH﹣，可使酸性KMnO4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/LNa2SO3溶液滴入饱和Ag2SO4溶液，由于Ag2SO4饱和溶液且溶液混合后稀释，因此不可能是Ag2SO4沉淀，考虑SO32﹣浓度较大，因此推断白色沉淀为Ag2SO3，反应的离子方程式为：2Ag++SO32﹣=Ag2SO3↓，故答案为：2Ag++SO32﹣=Ag2SO3↓；

（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2Cu2++4I﹣=2CuI+I2、I2+SO32﹣+H2O=SO42﹣+2I﹣+2H+、SO42﹣+Ba2+=BaSO4↓，根据BaSO4沉淀可知，加入的试剂为含Ba2+的化合物，可以选用BaCl2溶液，考虑沉淀A没有BaSO3，因此应在酸性环境中．

故答案为：HCl和BaCl2溶液；

b．由白色沉淀A可知之前所取上层清液中有SO42﹣，由加入KI生成白色沉淀可知棕黄色沉淀中含有Cu2+，Cu2+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I2，而Cu2+和I﹣反应生成I2，因而推断生成的I2参与了其他反应，因而有还原剂SO32﹣；

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Cu2+，白色沉淀A为硫酸钡，证明含有SO32﹣；

（3）①根据题意知实验Ⅲ的白色沉淀中无SO42﹣，该白色沉淀既能溶于强酸，又能溶于强碱，还可使酸性KMnO4溶液褪色，可以推测沉淀中含有Al3+和OH﹣，可使酸性KMnO4溶液褪色是因为存在有还原性的亚硫酸根离子；

故答案为：Al3+、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V1明显大于V2，则假设ii成立；若V1=V2，则假设i成立．

故答案为：a．；

b．假设ii成立的实验证据是V1明显大于V2，

故答案为：V1明显大于V2；

（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 Na2SO3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．