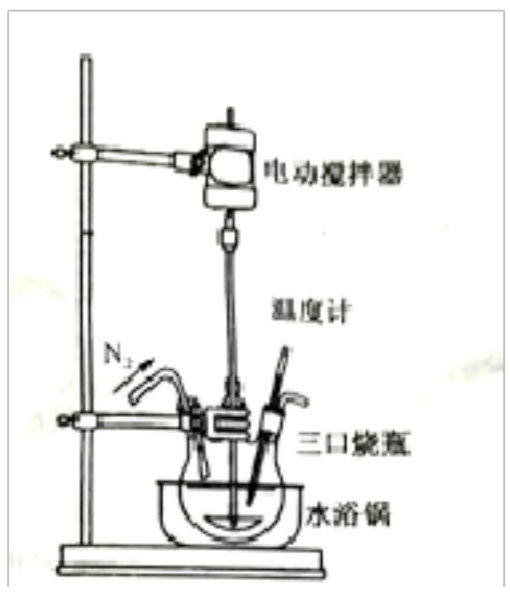
2020-2021 备战高考化学压轴题之氧化还原反应(备战高考题型整理,突破提升)及详细答案

一、高中化学氧化还原反应

1. $Na_2S_2O_4$（连二亚硫酸钠）是易溶于水，不溶于甲醇的白色固体，在空气中极易被氧化，是一种还原性漂白剂。制取$Na_2S_2O_4$的方法很多，

（1）在碱性溶液中用$NaBH_4$还原$NaHSO_3$法制备$Na_2S_2O_4$的反应原理为：

$NaBH_4+NaHSO_3+NaOH\rightarrow Na_2S_2O_4+NaBO_2+H_2O$（未配平）反应装置如图所示：

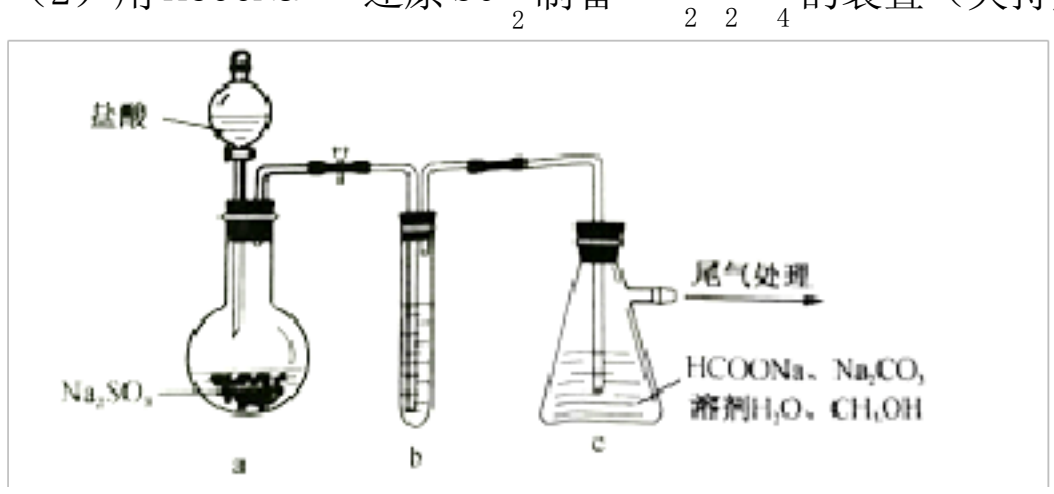


①实验开始及整个过程中均需通入N_2，其目的是_____。

②制备过程中温度需控制在10~45℃，采用水浴加热的主要优点是_____。

③为使$NaHSO_3$尽可能完全被还原，加入三口烧瓶中的反应液，应控制$\frac{n(NaHSO_3)}{n(NaBH_4)}$=_____。

（2）用$HCOONa$还原SO_2制备$Na_2S_2O_4$的装置（夹持加热仪器略）如下：



①装置a烧瓶中发生反应的化学方程式为_____。

②装置b用于净化SO_2，适宜的试剂是_____。

③装置c在70~83℃生成$Na_2S_2O_4$并析出，同时逸出CO_2，该反应的化学方程式为_____，加入CH_3OH的目的是_____；利用反应后的浊液分离提纯$Na_2S_2O_4$需经过的操作为

_____。

【答案】排出装置内空气，使反应在无氧状况下进行　使反应液均匀受热　小于 8:1（或<8）　Na_2SO_3　2HCl　2NaCl　H_2O　SO_2　饱和$NaHSO_3$溶液　2HCOONa　4SO_2　Na_2CO_3　2$Na_2S_2O_4$　H_2O　3CO_2　降低$Na_2S_2O_4$的溶解度　过滤、洗涤、重结晶、过滤、干燥

【解析】

【分析】

(1)①$Na_2S_2O_4$在空气中极易被氧化，通入N_2其目的是排出装置内空气；

②采用水浴加热的主要优点是使反应液均匀受热；

③$NaBH_4$　$NaHSO_3$　NaOH　$Na_2S_2O_4$　$NaBO_2$　H_2O，根据得失电子守恒可知，$\frac{n\ NaHSO_3}{n\ NaBH_4}$=8；

(2)①装置 a 烧瓶中发生Na_2SO_3与盐酸反应生成SO_2的反应；

②生成的SO_2气体中含有 HCl 气体，根据性质选择除杂溶液；

③装置 c 在 70~83℃ HCOONa　和SO_2、Na_2CO_3反应生成$Na_2S_2O_4$并析出，同时逸出CO_2；$Na_2S_2O_4$不溶于甲醇，加入CH_3OH　可降低$Na_2S_2O_4$的溶解度；利用反应后的浊液分离提纯$Na_2S_2O_4$需重结晶。

【详解】

(1)①$Na_2S_2O_4$在空气中极易被氧化，实验开始及整个过程中均需通入N_2，其目的是排出装置内空气，使反应在无氧状况下进行；

②制备过程中温度需控制在 10~45℃，采用水浴加热的主要优点是使反应液均匀受热；

③根据得失电子守恒配平方程式，$NaBH_4$　8$NaHSO_3$=4$Na_2S_2O_4$　$NaBO_2$　6H_2O，$\frac{n\ NaHSO_3}{n\ NaBH_4}$=8，为使$NaHSO_3$尽可能完全被还原，加入三口烧瓶中的反应液，应控制$\frac{n\ NaHSO_3}{n\ NaBH_4}$<8；

(2)①装置 a 烧瓶中发生反应的化学方程式为Na_2SO_3　2HCl　2NaCl　H_2O　SO_2；

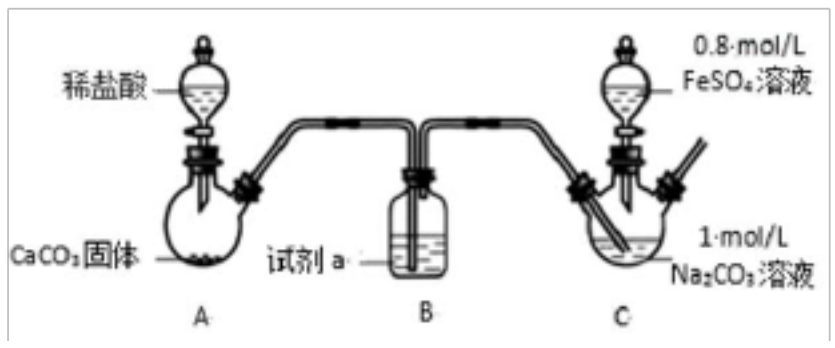
②生成的SO_2气体中含有 HCl 气体，除杂适宜的试剂是饱和$NaHSO_3$溶液；

③装置 c 在 70~83℃生成$Na_2S_2O_4$并析出，同时逸出CO_2，化学方程式为 2HCOONa　4SO_2　Na_2CO_3　2$Na_2S_2O_4$　H_2O　3CO_2；$Na_2S_2O_4$不溶于甲醇，加入CH_3OH　的目的是降低$Na_2S_2O_4$的溶解度；利用反应后的浊液分离提纯$Na_2S_2O_4$需经过的操作为过滤、洗涤、重结晶、过滤、干燥。

2．碳酸亚铁可用于制备补血剂。某研究小组制备了 $FeCO_3$，并对 $FeCO_3$ 的性质和应用进行了探究。 已知：①$FeCO_3$ 是白色固体，难溶于水②$Fe^{2+}+6SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_6^{4-}$（无色）

Ⅰ．$FeCO_3$的制取（夹持装置略）

实验 i:



装置 C中，向 Na_2CO_3溶液（pH＝11.9）通入一段时间 CO_2至其 pH为 7，滴加一定量 $FeSO_4$溶液，产生白色沉淀，过滤、洗涤、干燥，得到 $FeCO_3$固体。

(1)试剂 a是_____。

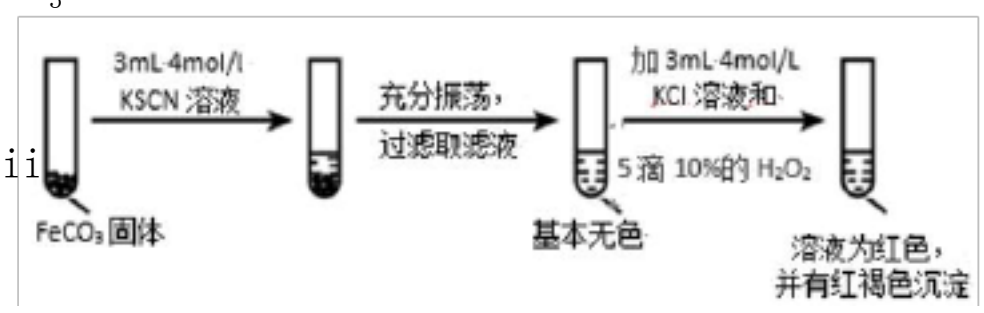
(2)向 Na_2CO_3溶液通入 CO_2的目的是_____。

(3)C装置中制取 $FeCO_3$的离子方程式为_____。

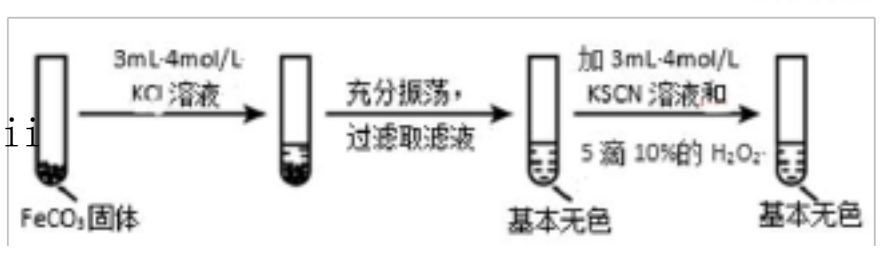
(4)有同学认为 C中出现白色沉淀之后应继续通 CO_2，你认为是否合理并说明理由_____。

Ⅱ.$FeCO_3$的性质探究

实验 ii



实验 iii



(5)对比实验ii和iii，得出的实验结论是_____。

(6)依据实验ii的现象，写出加入 10%H_2O_2溶液的离子方程式_____。

Ⅲ.$FeCO_3$的应用

(7)$FeCO_3$溶于乳酸［$CH_3CH(OH)COOH$］能制得可溶性乳酸亚铁（$[CH_3CH(OH)COO]_2Fe$，相对分子质量为 234）补血剂。为测定补血剂中亚铁含量进而计算乳酸亚铁的质量分数，树德中学化学实验小组准确称量 1.0g补血剂，用酸性 $KMnO_4$溶液滴定该补血剂，消耗 0.1000mol/L的 $KMnO_4$溶液 10.00mL，则乳酸亚铁在补血剂中的质量分数为_____，该数值异常的原因是_____（不考虑操作不当以及试剂变质引起的误差）。

【答案】饱和 $NaHCO_3$溶液　降低溶液中 OH^-浓度，防止生成 $Fe(OH)_2$　$2HCO_3^- + Fe^{2+}=FeCO_3\downarrow+CO_2\uparrow+H_2O$　不合理，CO_2会和 $FeCO_3$反应生成 $Fe(HCO_3)_2$(或合理，排出氧气的影响)　Fe^{3+}与 SCN^-的络合(或结合)会促进 $FeCO_3$固体的溶解或 $FeCO_3$固体在 KSCN 溶液中的溶解性比 KCl溶液中大　$6Fe(SCN)_6^{3-}+3H_2O_2=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe(SCN)_3+24SCN^-$或 $6Fe^{2+}+3H_2O_2+12SCN^-=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe(SCN)_3$或 $6Fe^{2+}+3H_2O_2=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe^{3+}$　117%乳酸根中的羟基被 $KMnO_4$氧化，也消耗了 $KMnO_4$

【解析】

【分析】

I.装置 A 中碳酸钙和稀盐酸反应生成的二氧化碳中混有挥发的氯化氢气体，需要利用装置

B 中盛装的饱和碳酸氢钠溶液除去，装置 C 中，向碳酸钠溶液(pH=11.9)通入一段时间二氧化碳至其 pH 为 7，滴加一定量硫酸亚铁溶液产生白色沉淀，过滤，洗涤，干燥，得到 $FeCO_3$；

II. (4)根据 $Fe^{2+}+6SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_6^{4-}$ 分析 $FeCO_3$ 在 KCl 和 KSCN 两种不同溶液中的溶解度不同判断；

(6)实验 ii 中溶液显红色且有红褐色沉淀生成，说明加入 10% 过氧化氢溶液后有 $Fe(OH)_3$ 和 $Fe(SCN)_3$ 生成；

(7)$FeCO_3$ 溶于乳酸 [$CH_3CH(OH)COOH$] 能制得可溶性乳酸亚铁补血剂，根据得失电子守恒和元素守恒建立关系式进行计算；乳酸根中有羟基，也能被高锰酸钾溶液氧化。

【详解】

I. (2)装置 A 中制取的 CO_2 中混有 HCl，欲除去 CO_2 中混有的 HCl，B 中盛装的试剂 a 应是饱和 $NaHCO_3$ 溶液，故答案为：饱和 $NaHCO_3$ 溶液；

(2)向 Na_2CO_3 溶液中通入 CO_2 的目的是利用 CO_2 和 Na_2CO_3 反应生成的 $NaHCO_3$，提高溶液中 HCO_3^- 的浓度，抑制 CO_3^{2-} 的水解，降低溶液中 OH^- 的浓度，防止生成 $Fe(OH)_2$，故答案为：降低溶液中 OH^- 浓度，防止生成 $Fe(OH)_2$；

(3)装置 C 中，向 Na_2CO_3 溶液(pH=11.9)通入一段时间 CO_2 至其 pH 为 7，此时溶液中溶质主要为 $NaHCO_3$，再滴加 $FeSO_4$ 溶液，有 $FeCO_3$ 沉淀生成，发生反应的离子方程式为 $2HCO_3^- + Fe^{2+}=FeCO_3\downarrow+CO_2\uparrow+H_2O$，故答案为：$2HCO_3^- + Fe^{2+}=FeCO_3\downarrow+CO_2\uparrow+H_2O$；

(4)$FeCO_3$ 沉淀能溶解在 CO_2 的水溶液中，生成可溶于水的 $Fe(HCO_3)_2$，降低产物的量，则当出现白色沉淀之后不应继续通入 CO_2，或者：出现白色沉淀之后继续通 CO_2，可防止空气中氧气氧化 $FeCO_3$，提高产物的纯度，故答案为：不合理，CO_2 会和 $FeCO_3$ 反应生成 $Fe(HCO_3)_2$(或合理，排出氧气的影响)；

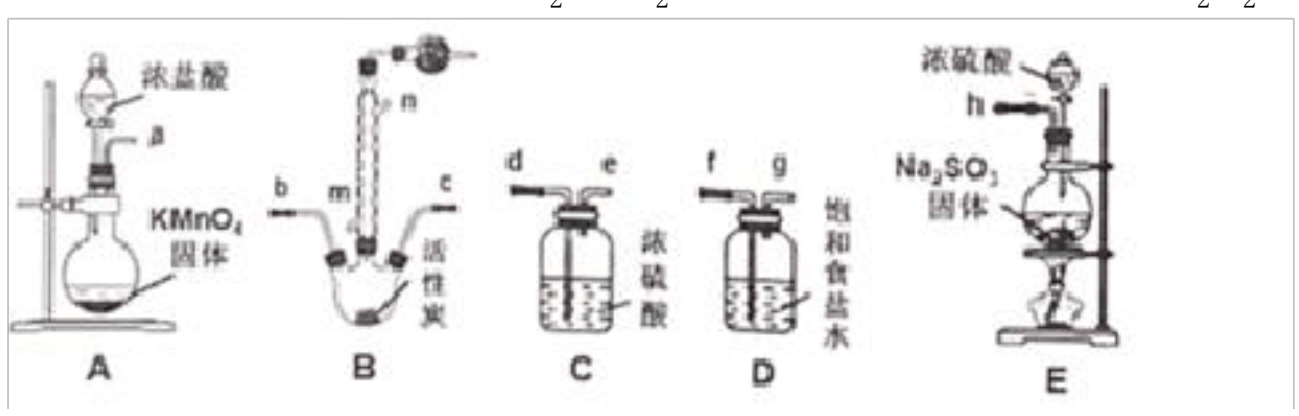
II. (5)通过对比实验 i 和 iii，i 可知 Fe^{2+} 与 SCN^- 的络合生成可溶于水的 $Fe(SCN)_6^{4-}$，会促进 $FeCO_3$ 固体的溶解，故答案为：Fe^{2+} 与 SCN^- 的络合(或结合)会促进 $FeCO_3$ 固体的溶解或 $FeCO_3$ 固体在 KSCN 溶液中的溶解性比 KCl 溶液中大；

(6)依据实验 ii 的现象，可知在含有 Fe^{2+} 的溶液中滴加 10% 的过氧化氢溶液后，有 $Fe(OH)_3$ 和 $Fe(SCN)_3$ 生成，发生反应的离子方程式为 $6Fe(SCN)_6^{4-}+3H_2O_2=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe(SCN)_3+24SCN^-$ 或 $6Fe^{2+}+3H_2O_2+12SCN^-=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe(SCN)_3$ 或 $6Fe^{2+}+3H_2O_2=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe^{3+}$；故答案为：$6Fe(SCN)_6^{4-}+3H_2O_2=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe(SCN)_3+24SCN^-$ 或 $6Fe^{2+}+3H_2O_2+12SCN^-=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe(SCN)_3$ 或 $6Fe^{2+}+3H_2O_2=2Fe(OH)_3\downarrow+4Fe^{3+}$；

III. (7)$FeCO_3$ 溶于乳酸 [$CH_3CH(OH)COOH$] 能制得可溶性乳酸亚铁（$[CH_3CH(OH)COO]_2Fe$ 补血剂，可得关系式 $MnO_4^- \sim 5Fe^{2+} \sim 5[CH_3CH(OH)COO]_2Fe$，则乳酸亚铁的物质的量为 $0.1000mol/L\times0.01L\times5=0.005mol$，则乳酸亚铁的质量分数 $\frac{0.005mol\ \ 234g/mol}{1.0g}\ 100\%=117\%$，由于乳酸根中含有羟基，也可以被酸性高锰酸钾溶液氧化，导致消耗高锰酸钾溶液的量增多，而计算中只按 Fe^{2+} 被氧化，故计算所得乳酸亚铁的质量偏大，导致产品中乳酸亚铁的质量分数大于 100%，故答案为：117%；乳酸根中的羟基被 $KMnO_4$ 氧化，也消耗了 $KMnO_4$。

3．硫酰氯（SO_2Cl_2）和亚硫酰氯（$SOCl_2$）都是重要的化工试剂，均易水解。

（1）甲同学在实验室利用 SO_2 和 Cl_2 在活性炭催化作用下制取 SO_2Cl_2，装置如图所示。



①B 装置中冷凝管进水口是___。（填“m”或“n”），B 中干燥管盛有的物质是___。

②欲制取少量 SO_2Cl_2，选择图中的装置（可以重复选用），其连接顺序为：a、___、h。

③去除 C 装置会降低 SO_2 和 Cl_2 的利用率，可能的原因是___（用化学方程式表示）。

（2）$SOCl_2$ 水解后无残留物，较 SO_2Cl_2 是更好的脱水剂。乙同学设计实验利用 $SOCl_2$ 和 $ZnCl_2 \cdot xH_2O$ 制取无水 $ZnCl_2$。

①解释 $SOCl_2$ 在该实验中的作用是___（写出两点）。

②实验室常用 NaOH 溶液吸收 $SOCl_2$，该反应的离子方程式是___。

（3）乙同学认为 $SOCl_2$ 还可用作由 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 制取无水 $FeCl_3$ 的脱水剂，但丙同学认为该实验可能发生副反应使产品不纯。

①可能发生的副反应的化学方程式是___。

②两同学设计如下实验判断该反应的可能性：取少量 $SOCl_2$ 和 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 反应后的混合物于试管中，加水溶解，将溶液平分至五支试管，分别进行以下实验，其中能得出合理结论的是___。

A．加入过量稀 HNO_3，再滴加几滴 $AgNO_3$ 溶液

B．加入少量稀 HNO_3，再滴加几滴 $BaCl_2$ 溶液

C．滴加几滴 $BaCl_2$ 溶液

D．滴加几滴酸性 $KMnO_4$ 溶液

E.滴加几滴 KSCN 溶液后，再滴加几滴氯水

【答案】m　碱石灰　fgdebced　$SO_2+Cl_2+2H_2O=H_2SO_4+2HCl$　$SOCl_2$ 作脱水剂，与水反应生成 HCl 可以抑制氯化锌的水解　$SOCl_2+4OH^-=SO_3^{2-}+2Cl^-+2H_2O$　$SOCl_2+2FeCl_3 \cdot 6H_2O=FeSO_4+6HCl+FeCl_2+9H_2O$　BCD

【解析】

【分析】

冷凝管中冷凝水的流向要对流，下进上出；干燥管中根据要求一般填装碱石灰或无水氯化钙，碱石灰同时具有干燥和吸收酸性气体功能，无水氯化钙只有吸水性。

【详解】

（1）①B 装置中冷凝管进水口是 m，B 中干燥管盛有的物质是吸收剩余二氧化硫、氯气的碱石灰；故答案为：m；碱石灰；

②装置 A 制备氯气，氯气含氯化氢和水蒸气，通过装置 D 除去氯化氢，通过装置 C 吸收水蒸气，得到干燥纯净的氯气，连接装置 B 的 b 进入三颈烧瓶，装置 E 制备二氧化硫气体，通过装置 C 除去水蒸气，连接装置 B 的 c，欲制取少量 SO_2Cl_2，选择上图中的装置（可以

重复选用），其连接顺序为：a、f、g、d、e、b、c、e、d、h；故答案为：fgdebced；

③去除 C 装置会降低 SO_2 和 Cl_2 的利用率，是二氧化硫和氯气和水反应生成硫酸和氯化氢，反应的化学方程式：$SO_2+Cl_2+2H_2O=H_2SO_4+2HCl$；故答案为：$SO_2+Cl_2+2H_2O=H_2SO_4+2HCl$；

（2）①氯化锌会水解，$SOCl_2$ 作脱水剂，与水反应生成 HCl 可以抑制氯化锌的水解，$SOCl_2$ 在该实验中的作用是：$SOCl_2$ 作脱水剂，与水反应生成 HCl 可以抑制氯化锌的水解；故答案为：$SOCl_2$ 作脱水剂，与水反应生成 HCl 可以抑制氯化锌的水解；

②用 NaOH 溶液吸收 $SOCl_2$，有 Na_2SO_3 和 NaCl 生成，反应的离子方程式：$SOCl_2+4OH^-=SO_3^{2-}+2Cl^-+2H_2O$；故答案为：$SOCl_2+4OH^-=SO_3^{2-}+2Cl^-+2H_2O$；

（3）①$SOCl_2$ 具有还原性，三价铁具有氧化性，可能发生氧化还原反应生成硫酸根离子和亚铁离子，反应的化学方程式为：$SOCl_2+2FeCl_3\cdot6H_2O=FeSO_4+6HCl+FeCl_2+9H_2O$，故答案为：$SOCl_2+2FeCl_3\cdot6H_2O=FeSO_4+6HCl+FeCl_2+9H_2O$；

②$SOCl_2$ 和 $FeCl_3\cdot6H_2O$ 反应后的混合物的主要成分是 $FeCl_3$，若发生副反应，还有 $FeSO_4$ 和 $FeCl_2$。由于 $SOCl_2$ 为液体，所以在固体混合物中没有 $SOCl_2$。取少量 $SOCl_2$ 和 $FeCl_3\cdot6H_2O$ 反应后的混合物于试管中，加水溶解，溶液中一定有 $FeCl_3$，还可能有 $FeSO_4$ 和 $FeCl_2$，若要证明有副反应发生，只需证明溶液中有 Fe^{2+} 或 SO_4^{2-} 即可。

A．加入过量稀 HNO_3，再滴加几滴 $AgNO_3$ 溶液是检验氯离子存在，不能证明副反应是否进行，故 A 错误；

B．加入少量稀 HNO_3，再滴加几滴 $BaCl_2$ 溶液，若产生白色沉淀，则证明溶液中有 SO_4^{2-}，能证明有副反应发生，故 B 正确；

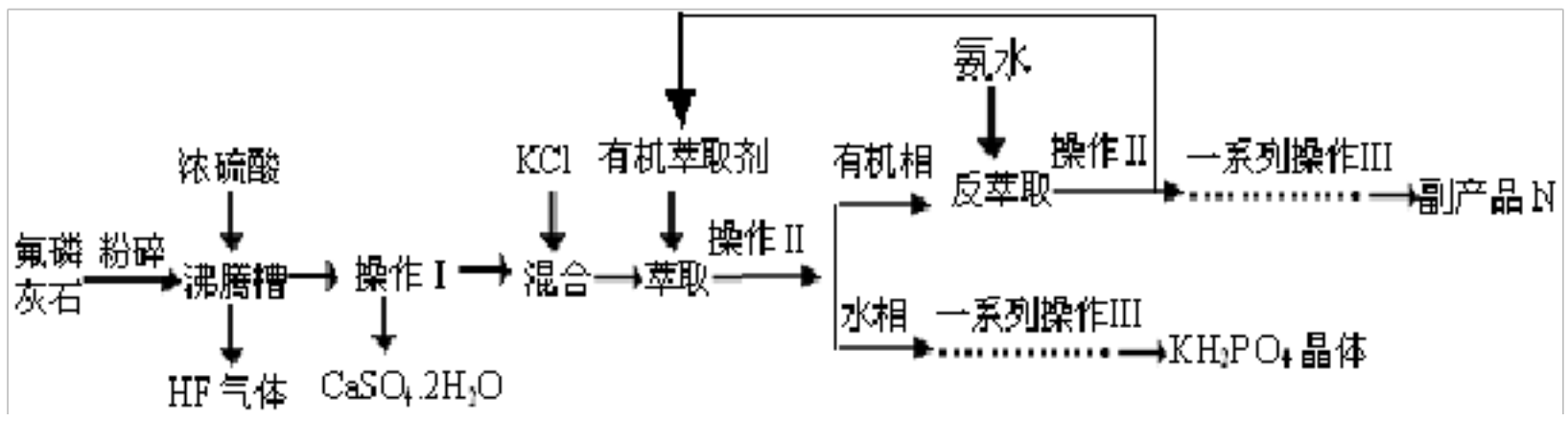
C．滴加几滴 $BaCl_2$ 溶液，生成白色沉淀，说明产物中含硫酸根离子，证明发生了副反应，故 C 正确；

D．滴加几滴酸性 $KMnO_4$ 溶液，Fe^{2+} 具有还原性，可以使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，能证明发生了副反应，故 D 正确；

E．滴加几滴 KSCN 溶液后，由于溶液中有 Fe^{3+}，溶液会变红，无法证明 Fe^{2+} 的存在，故 E 错误；

故答案为：BCD。

4．据报道，磷酸二氢钾(KH_2PO_4)大晶体已应用于我国研制的巨型激光器“神光二号”中。利用氟磷灰石(化学式为 $Ca_5P_3FO_{12}$)制备磷酸二氢钾的工艺流程如下图所示(部分流程步骤已省略)：



已知萃取的主要反应原理：$KCl+H_3PO_4 \rightleftharpoons KH_2PO_4+HCl$；其中，反应产生的 HCl 易溶于有机萃取剂。

请回答下列问题：

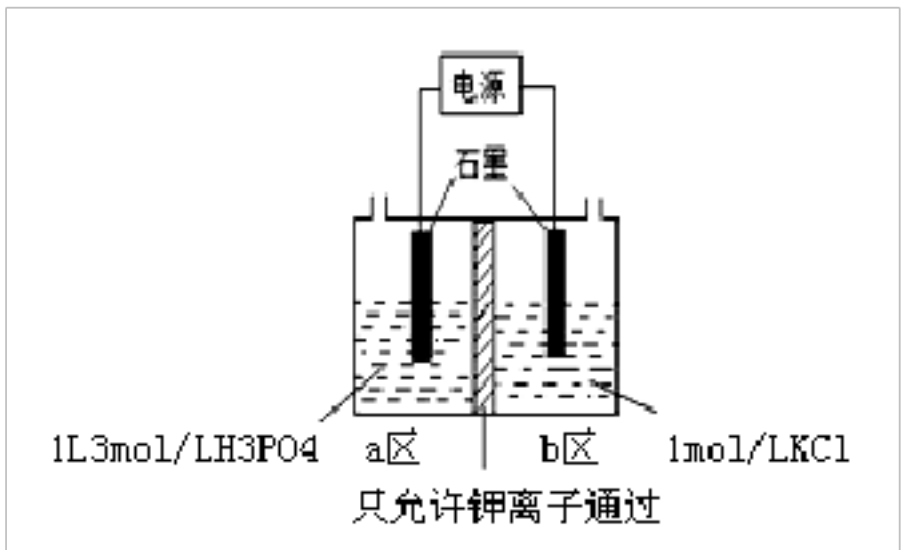
(1)流程中将氟磷灰石粉碎的目的是_____。

(2)不能使用二氧化硅陶瓷材质的沸腾槽的主要原因是_____(用化学方程式表示)。

(3)副产品 N 的化学式是_____；在得到 KH_2PO_4 晶体的一系列操作III，其主要包括_____、过滤、洗涤、干燥等。

(4)若用 1000kg 质量分数为 50.4%的氟磷灰石(化学式为 $Ca_5P_3FO_{12}$，摩尔质量为 504g/mol)来制取磷酸二氢钾晶体，其产率为 80%，则理论上可生产 KH_2PO_4(摩尔质量为 136g/mol)的质量为_____kg。

(5)电解法制备 KH_2PO_4 的装置如图所示．该电解装置中，a 区属于_____区(填"阳极"或"阴极"),阴极区的电极反应式是_____。



(6)工业上还可以用氟磷灰石与焦炭、石英砂混合，在电炉中加热到 1500℃生成白磷，同时逸出 SiF_4 和 CO,该反应的化学方程式为_____。

【答案】增大氟磷灰石与稀硫酸反应的接触面积,加快化学反应速率

$4HF+SiO_2=SiF_4\uparrow+2H_2O$　　NH_4Cl　蒸发浓缩、冷却结晶　　326.4kg　阴极　　$2H^++2e^-=H_2\uparrow$

$4Ca_5P_3FO_{12}+21SiO_2+30C \xlongequal{1500℃} 20CaSiO_3+3P_4+SiF_4\uparrow+30CO\uparrow$

【解析】

【分析】

氟磷灰石(化学式为 $Ca_5P_3FO_{12}$)粉碎后加入浓硫酸，反应生成氢氟酸、硫酸钙、磷酸等，加入氯化钾后用有机萃取剂，$KCl+H_3PO_4 \rightleftharpoons KH_2PO_4+HCl$，反应产生的 HCl 易溶于有机萃取剂，有机相中含有氯化氢，加入氨水反应生成氯化铵，因此副产品主要为氯化铵，水相中含有 KH_2PO_4，经过一系列操作得到 KH_2PO_4 晶体。

【详解】

(1)流程中将氟磷灰石粉碎，可以增大氟磷灰石与稀硫酸反应的接触面积，加快化学反应速率，故答案为增大氟磷灰石与稀硫酸反应的接触面积，加快化学反应速率；

(2)根据流程图，反应中生成了氢氟酸，氢氟酸能够与二氧化硅反应，因此不能使用二氧化硅陶瓷材质的沸腾槽，故答案为 $4HF+SiO_2=SiF_4\uparrow+2H_2O$；

(3)根据上述分析，副产品 N 的化学式为 NH_4Cl；在得到 KH_2PO_4 晶体的一系列操作III为蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥等，故答案为 NH_4Cl；蒸发浓缩、冷却结晶；

(4)1000kg质量分数为 50.4%的氟磷灰石(化学式为 $Ca_5P_3FO_{12}$)中含有 $Ca_5P_3FO_{12}$ 的质量为 504kg，根据 P 元素守恒，理论上可生产 KH_2PO_4 的质量为

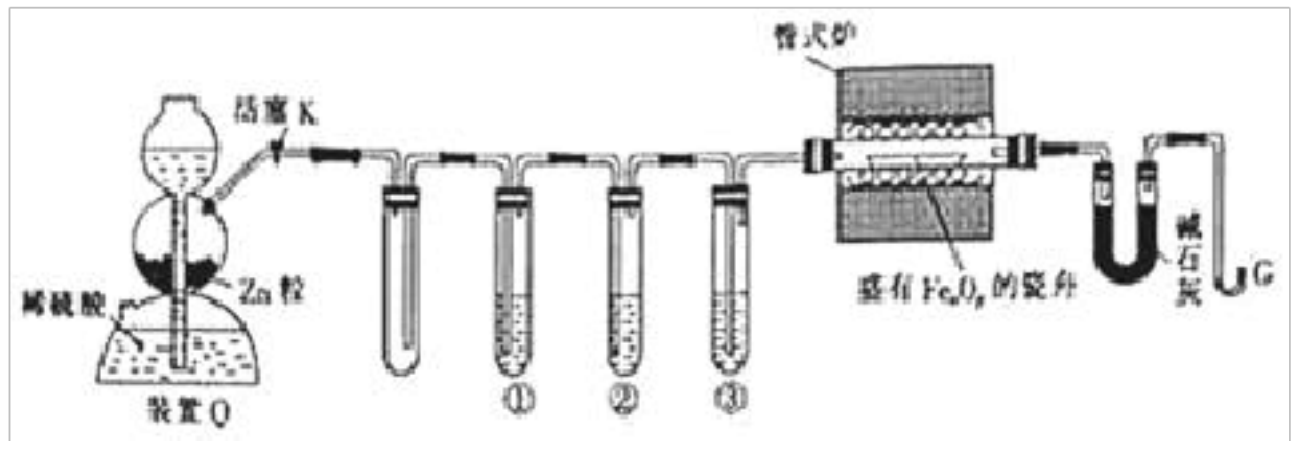
$$504kg\times80\%\times\frac{31\times3}{40\times5+31\times3+19+16\times12}\div\frac{39+2+31+16\times4}{31}=326.4\ kg$$ 故答案为 326.4

kg；

(5)根据图示，应该在 a 区生成 KH_2PO_4，则钾离子由 b 区移向 a 区，则 a 区属于阴极区；阴极上氢离子放电生成氢气，电极反应式为 $2H^+ + 2e^- = H_2\uparrow$，故答案为阴极；$2H^+ + 2e^- = H_2\uparrow$；

(6)用氟磷灰石与焦炭、石英砂混合，在电炉中加热到 1500℃生成白磷，同时逸出 SiF_4 和 CO，反应的化学方程式为 $4Ca_5P_3FO_{12} + 21SiO_2 + 30C \xrightarrow{1500℃} 20CaSiO_3 + 3P_4 + SiF_4\uparrow + 30CO\uparrow$，故答案为 $4Ca_5P_3FO_{12} + 21SiO_2 + 30C \xrightarrow{1500℃} 20CaSiO_3 + 3P_4 + SiF_4\uparrow + 30CO\uparrow$。

5．利用 H_2 还原铁的氧化物并确定其组成的装置如图所示（Zn 粒中往往含有硫化物等杂质，焦性没食子酸溶液可吸收少量氧气）。



回答下列问题：

1 装置 Q（启普发生器）用于制备 H_2，还可用于_____（填字母，下同）。

A．生石灰与浓氨水制 NH_3 B. 过氧化钠与水制 O_2

C．硫化铁固体与稀硝酸制 H_2S D. 大理石与稀盐酸制 CO_2

2 ①②③ 中依次盛装的试剂为_____，$KMnO_4$ 酸性溶液中发生反应的离子方程式为_____。

A． $KMnO_4$ 酸性溶液、浓 H_2SO_4、焦性没食子酸溶液

B．焦性没食子酸溶液、浓 H_2SO_4、$KMnO_4$ 酸性溶液

C． $KMnO_4$ 酸性溶液、焦性没食子酸溶液、浓 H_2SO_4

3 “加热管式炉”和“打开活塞 K”这两步操作应该先进行的是___，在这两步之间还应进行的操作是___。

4 反应过程中 G 管逸出的气体是_____，其处理方法是_____。

5 结束反应时，应该_____，待装置冷却后称量并记录相应数据。

6 假设反应完全后瓷舟中的固体只有 Fe 单质，实验中测得了下列数据：① 瓷舟的质量为 30.4g；② 瓷舟和 FexOy 的总质量为 42.0g；③ 反应前 U 形曾及内盛物的总质量为 98.4g；④ 反应后 U 形管及内盛物的总质成为 102.0g。由以上数据计算并确定该铁的氧化物的化学式为_____。

【答案】D C $8MnO_4$ $5H_2S$ $14H$ $8Mn^{2}$ $5SO_4^{2}$ $12H_2O$ 打开活塞 K 检验

H_2的纯度　氢气(或H_2)　在G管口处放置一个点燃的酒精灯　先停止加热，冷却至室温后，再关闭活塞K　Fe_3O_4

【解析】

【分析】

H_2还原WO_3制备金属W，装置Q用于制备氢气，因盐酸易挥发，则①、②、③应分别用于除去HCl、H_2S、氧气和水，得到干燥的氢气与铁的氧化物在加热条件下制备Fe，碱石灰用于吸收水，实验结束后应先停止加热再停止通入氢气，以避免Fe被重新氧化，以此解答该题。

【详解】

(1)A　生石灰与浓氨水制NH_3，生成的氢氧化钙微溶于水，可堵塞导管，故A错误；

B．过氧化钠与水剧烈反应，不能用启普发生器制备O_2，故B错误；

C．硫化铁固体与稀硝酸发生氧化还原反应，不能生成硫化氢，故C错误；

D．大理石不溶于水，可与稀盐酸制CO_2，可用启普发生器，故D正确。

故答案为：D；

2　①、②、③应分别用于除去HCl、H_2S、氧气和水，以得到干燥的氢气，$KMnO_4$酸性溶液中发生反应的离子方程式为

$8MnO_4 \quad 5H_2S \quad 14H \quad 8Mn^{2} \quad 5SO_4^{2} \quad 12H_2O$；

3　实验前应先通入氢气，以排出装置的空气，则应先打开活塞K，为避免加热时爆炸，应先检验H_2的纯度；

4　从G逸出的气体为氢气，可用点燃的方法处理，方法是在G管口处放置一个点燃的酒精灯；

5　实验结束后应先停止加热再停止通入氢气，以避免Fe被重新氧化；

6　已知：①瓷舟的质量为30.4g；②瓷舟和Fe_xO_y的总质量为42.0g，则

m　Fe　O　　11.6g；③反应前U形曾及内盛物的总质量为98.4g；④反应后U形管及内盛物的总质成为102.0g，则生成m　H_2O　　3.6g，则氧化物中

m　O　　$\frac{3.6g}{18g/mol}$　16g/mol　3.2g，n　O　　0.2mol；

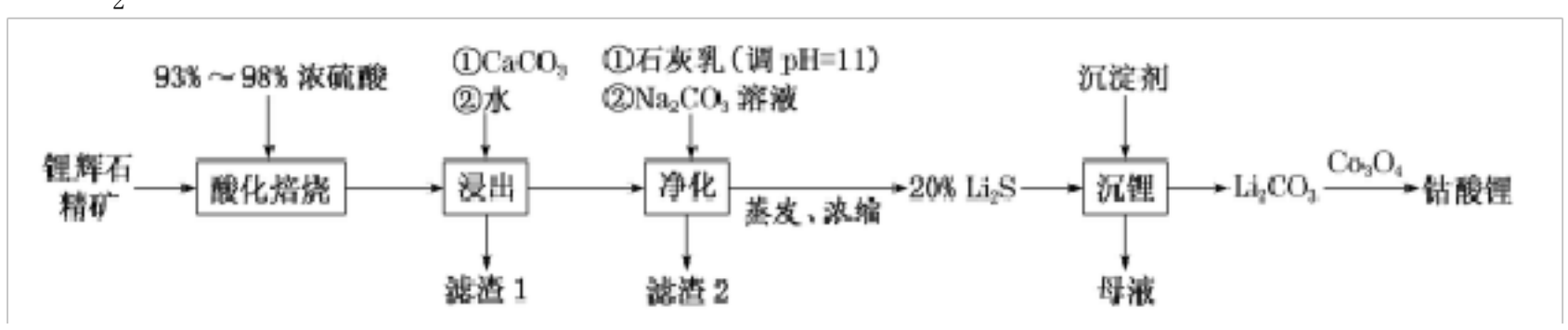
m　Fe　　11.6g　3.2g　8.4g，　n　Fe)　$\frac{8.4g}{56g/mol}$　　0.15mol，则n　Fe　：

n　O　　0.15：0.2　3：4，化学式为Fe_3O_4。

6．2019年诺贝尔化学奖颁给了日本吉野彰等三人，以表彰他们对锂离子电池研发的卓越贡献。

（1）工业中利用锂辉石（主要成分为$LiAlSi_2O_6$，还含有FeO、CaO、MgO　等）制备钴酸锂

($LiCoO_2$)的流程如图：



回答下列问题：

①锂辉石的主要成分为 $LiAlSi_2O_6$，其氧化物的形式为___。

②为提高“酸化焙烧”效率，常采取的措施是___。

③向“浸出液”中加入 $CaCO_3$，其目的是除去“酸化焙烧”中过量的硫酸，控制 pH 使 Fe^{3+}、Al^{3+}完全沉淀，则 pH 至少为___。(已知：，$K_{sp}[Fe(OH)_3]=4.0\times10^{-38}$，$K_{sp}[Al(OH)_3]=1.0\times10^{-33}$，完全沉淀后离子浓度低于 1×10^{-6}mol/L) 。

④“滤渣 2”的主要化学成分为___。

⑤“沉锂”过程中加入的沉淀剂为饱和的___(化学式）溶液。

（2）利用锂离子能在石墨烯表面和电极之间快速大量穿梭运动的特性，开发出石墨烯电池，电池反应式为 $LiCoO_2+C_6 \underset{\text{放电}}{\overset{\text{充电}}{\rightleftharpoons}} Li_xC_6+Li_{1-x}CoO_2$ 其工作原理如图 2。下列关于该电池的说法正确的是___（填字母）。

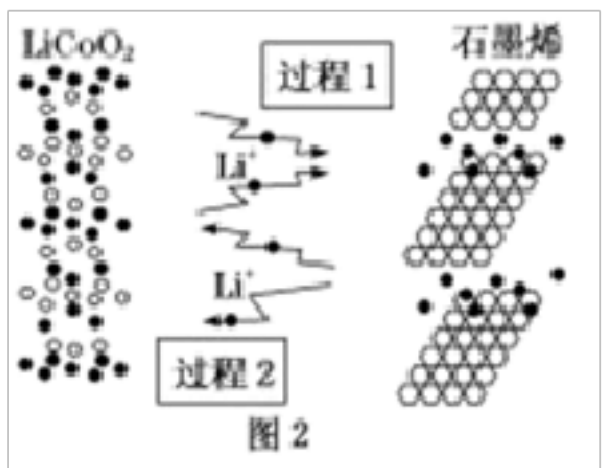


图 2

A．过程 1 为放电过程

B．该电池若用隔膜可选用质子交换膜

C．石墨烯电池的优点是提高电池的储锂容量进而提高能量密度

D．充电时，$LiCoO_2$ 极发生的电极反应为 $LiCoO_2-xe=xLi+Li_{1-x}CoO_2$

E.对废旧的该电池进行“放电处理”让 Li^+嵌入石墨烯中而有利于回收

（3）$LiFePO_4$ 也是一种电动汽车电池的电极材料，实验室先将绿矾溶解在磷酸中，再加入氢氧化钠和次氯酸钠溶液反应获得 $FePO_4$ 固体。再将 $FePO_4$ 固体与 $H_2C_2O_4$ 和 LiOH 反应即可获得 $LiFePO_4$ 同时获得两种气体。

①写出 $FePO_4$ 固体与 $H_2C_2O_4$ 和 LiOH 反应溶液获得 $LiFePO_4$ 的化学方程式___。

②$LiFePO_4$ 需要在高温下成型才能作为电极，高温成型时要加入少量活性炭黑，其作用是___。

【答案】$Li_2O\cdot Al_2O_3\cdot 4SiO_2$　将矿石细磨、搅拌、升高温度　4.7　$Mg(OH)_2$　$CaCO_3$　Na_2CO_3　CD　$2LiOH+H_2C_2O_4+2FePO_4=2LiFePO_4+2CO_2\uparrow+CO\uparrow+H_2O$　与空气中的氧气反应，防止 $LiFePO_4$ 中的 Fe^{2+}被氧化

【解析】

【分析】

锂辉石(主要成分为$LiAlSi_2O_6$，还含有FeO、CaO、MgO 等)为原料来制取钴酸锂($LiCoO_2$)，加入过量浓硫酸酸化焙烧锂辉矿，之后加入碳酸钙除去过量的硫酸，并使铁离子、铝离子沉淀完全，然后加入氢氧化钙和碳酸钠调节 pH 沉淀镁离子和钙离子，过滤得到主要含锂离子的溶液，滤液蒸发浓缩得 20%Li_2S，加入碳酸钠沉淀锂离子生成碳酸锂，洗涤后与Co_3O_4高温下焙烧生成钴酸锂；

【详解】

(1)①硅酸盐改写成氧化物形式的方法如下：a. 氧化物的书写顺序：活泼金属氧化物→较活发金属氧化物→二氧化硅→水，不同氧化物间以“·”隔开；b. 各元素的化合价保持不变，且满足化合价代数和为零，各元素原子个数比符合原来的组成；c、当计量数配置出现分数时应化为整数；锂辉石的主要成分为$LiAlSi_2O_6$，根据方法，其氧化物的形式为$Li_2O·Al_2O_3·4SiO_2$；

②流程题目中为提高原料酸侵效率，一般采用的方法有：减小原料粒径(或粉碎)、适当增加酸溶液浓度、适当升高温度、搅拌、多次浸取等；本题中为“酸化焙烧”，硫酸的浓度已经最大，因此合理的措施为将矿石细磨、搅拌、升高温度等；

③$Al(OH)_3$的K_{sp}大于$Fe(OH)_3$的K_{sp}，那么保证Al^{3+}完全沉淀即可达到目的；已知$Al(OH)_3$的$K_{sp}=1\times10^{-33}$，所以当$c(Al^{3+})=1\times10^{-5}mol/L$时可认为铝离子和铁离子完全沉淀，此时 $c(OH^-)=\sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{c(Al^{3+})}}=\sqrt[3]{\frac{1\times10^{-33}}{1\times10^{-5}}}=mol/L=1\times10^{-9.3}mol/L$，$c(H^+)=1\times10^{-4.7}mol/L$，pH=4.7，即 pH 至少为4.7；

④根据分析可知滤渣 2 主要为$Mg(OH)_2$和$CaCO_3$；

⑤根据“沉锂”后形成Li_2CO_3固体，以及大量生产的价格问题，该过程中加入的最佳沉淀剂为Na_2CO_3溶液；

(2)A. 电池反应式为$LiCoO_2+C_6 \underset{放电}{\overset{充电}{\rightleftharpoons}} Li_xC_6+Li_{1-x}CoO_2$，由此可知，放电时，负极电极反应式为$Li_xC_6-xe^-=xLi^++C_6$，正极电极反应式$Li_{1-x}CoO_2+xLi^++xe^-=LiCoO_2$，石墨电极为放电时的负极，充电时的阴极，故 A 错误；

B. 该电池是利用锂离子能在石墨烯表面和电极之间快速大量穿梭运动的特性而制作，故 B 错误；

C. 石墨烯电池利用的是 Li元素的得失电子，因此其优点是在提高电池的储锂容量的基础上提高了能量密度，故 C 正确；

D. 充电时，$LiCoO_2$极为阳极，将放电时的正极电极反应式逆写即可得阳极反应，即$LiCoO_2$极发生的电极反应为$LiCoO_2-xe^-=xLi^++Li_{1-x}CoO_2$，故 D 正确；；

E. 根据钴酸锂的制备流程可知，对废旧的该电池进行“放电处理”让Li^+嵌入$LiCoO_2$才有利于回收，故 E 错误；

故答案为 CD；

(3)①$FePO_4$固体与$H_2C_2O_4$和 LiOH 反应可获得$LiFePO_4$同时获得两种气体，该过程中Fe^{3+}被还原，根据元素价态变化规律可知应是 C 元素被氧化，生成CO_2，该种情况下只生成一种气体，应想到草酸不稳定容易发生歧化反应分解生成 CO 和CO_2，即获得的两种气体为 CO

和 CO_2，结合电子守恒和元素守恒可能方程式为：

$2LiOH+6H_2C_2O_4+2FePO_4=2LiFePO_4+7CO_2\uparrow+5CO\uparrow+7H_2O$；

②高温条件下亚铁离子容易被空气中的氧气氧化，活性炭黑具有还原性，可以防止 $LiFePO_4$ 中的 Fe^{2+}被氧化。

【点睛】

硅酸盐改写成氧化物形式的方法如下：a．氧化物的书写顺序：活泼金属氧化物→较活发金属氧化物→二氧化硅→水，不同氧化物间以 隔开；b．各元素的化合价保持不变，且满足化合价代数和为零，各元素原子个数比符合原来的组成；c、当计量数配置出现分数时应化为整数；流程题目中为提高原料酸侵效率，一般采用的方法有：减小原料粒径(或粉碎)、适当增加酸溶液浓度、适当升高温度、搅拌、多次侵取等

7．C、N、S 的氧化物常会造成一些环境问题，科研工作者正在研究用各种化学方法来消除这些物质对环境的影响。

(1)CO_2 的重整用 CO_2 和 H_2 为原料可得到 CH_4 燃料。

已知:①CH_4 (g)+CO_2(g)=2CO(g)+2H_2(g)$\triangle H_1$=+247kJ/mol

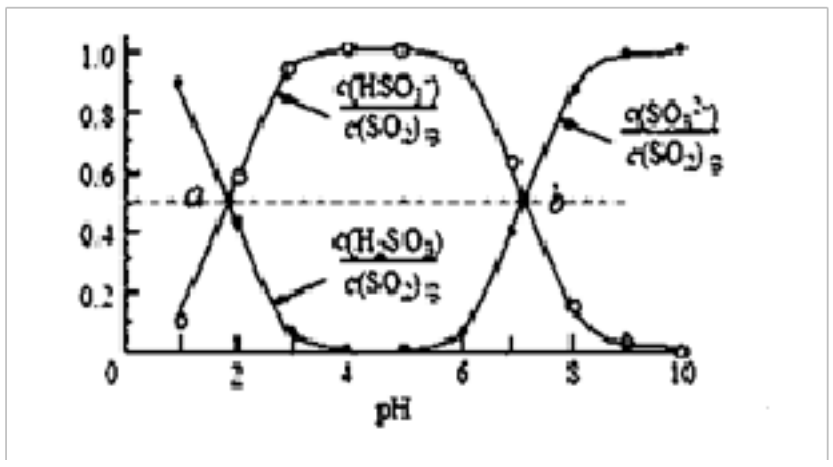
②CH_4 (g)+H_2O(g)=CO(g)+3H_2(g) $\triangle H_2$=+205kJ/mol

写出 CO_2 重整的热化学方程式：_____。

(2)“亚碳酸盐法”吸收烟中的 SO_2

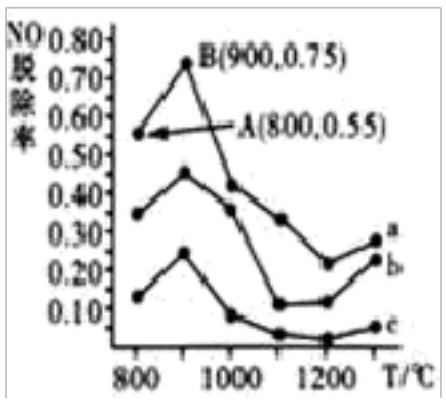
①将烟气通入 1.0mol/L的 Na_2SO_3 溶液，若此过程中溶液体积不变，则溶液的 pH不断_____(填“减小”“不变”或“增大)。当溶液 pH约为 6时，吸收 SO_2 的能力显著下降，应更换吸收剂，此时溶液中 $c(SO_3^{2-})$ =0.2mol/L 则溶液中 $c(HSO_3^-)$ =_____。

②室温条件下，将烟气通入$(NH_4)_2SO_3$ 溶液中，测得溶液 pH与各组分物质的量分数的变化关系如图：b点时溶液 pH=7，则 $n(NH_4^+)$：$n(HSO_3^-)$= _____ 。



(3)催化氧化法去除 NO。一定条件下，用 NH_3 消除 NO 污染，其反应原理

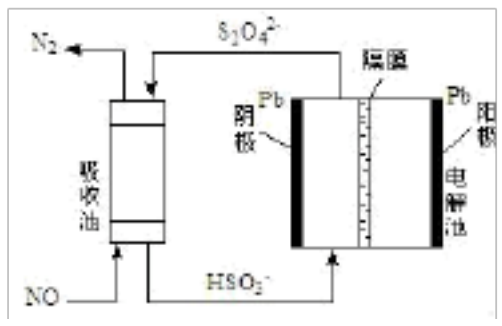
$4NH_3+6NO \xrightarrow{催化剂} 5N_2+6H_2O$。不同温度条件下，$n(NH_3)$:n(NO的物质的量之比分别为 4:1、3:1、1:3时，得到 NO 脱除率曲线如图所示：



①曲线 a中，NO 的起始浓度为 6×10^{-4}mg·m^{-3}，从 A点到 B点经过 0.8s，该时间段内 NO 的脱除速率为_____mg·m^{-3}·s^{-1}。

②曲线 b对应 NH_3 与 NO 的物质的量之比是_____。

(4)间接电化学法除 NO。其原理如图所示：写出阴极的电极反应式(阴极室溶液呈酸性)_____。吸收池中除去 NO 的原理_____(用离子方程式表示)。



【答案】$CO_2(g)+4H_2(g)=CH_4(g)+2H_2O(g)$ △H= -163kJ/mol 减小 1.6mol/L 3:1 1.5×10^{-4} 3:1 $2HSO_3^-+2e^-+2H^+=S_2O_4^{2-}+2H_2O$ $2NO+2S_2O_4^{2-}+2H_2O=N_2+4HSO_3^-$

【解析】

【分析】

（1）已知：①$CH_4(g)+CO_2(g)=2CO(g)+2H_2(g)$ △H_1=+247k/mol，

②$CH_4(g)+H_2O(g)=CO(g)+3H_2(g)$ △H_2=+205k/mol，

根据盖斯定律，①-②×2得：$CO_2(g)+4H_2(g)=CH_4(g)+2H_2O(g)$，据此计算△H；

（2）①二氧化硫通入亚硫酸钠溶液生成亚硫酸氢钠，亚硫酸氢钠显酸性，据此分析；根据反应方程式的量的关系计算可得；

②先判断溶质，写出电荷守恒式，在利用 pH=7 时，$c(H^+)=c(OH^-)$找出其他离子的等量关系，结合图示进行等量删减或替换，最后得出结果；

（3）①曲线 a 中，NO 的起始浓度为 6×10^{-4}mg•m^{-3}，根据图象得到 A、B 处的 NO 脱除率，可得两处的 NO 的浓度，再计算脱除速率；

②NH_3 与 NO 的物质的量的比值越大，NO 的脱除率越大，据此分析；

（4）阴极得到电子发生还原反应，结合酸性环境书写；阴极产物吸收 NO 。

【详解】

（1）已知：①$CH_4(g)+CO_2(g)=2CO(g)+2H_2(g)$ △H_1=+247k/mol，

②$CH_4(g)+H_2O(g)=CO(g)+3H_2(g)$ △H_2=+205k/mol，

根据盖斯定律，由① ②×2得反应：$CO_2(g)+4H_2(g)=CH_4(g)+2H_2O(g)$

△H=△H_1 2△H_2= 163kJ/mol，

故答案为：$CO_2(g)+4H_2(g)=CH_4(g)+2H_2O(g)$ △H= 163kJ/mol；

（2）①将烟气通入 1.0mol/L的 Na_2SO_3 溶液，二氧化硫与亚硫酸钠和水反应生成亚硫酸氢钠，亚硫酸氢钠以电离为主，显酸性，故溶液 pH 不断减小；向亚硫酸钠溶液中通入二氧化硫生成亚硫酸氢钠，反应方程式 $SO_2+Na_2SO_3+2H_2O=2NaHSO_3$，溶液中反应的亚硫酸根离子和生成亚硫酸氢根离子的物质的量比为 1：2，即溶液中参加反应的亚硫酸根为(1.0 0.2)mol/L，则生成 $c(HSO_3^-)=2\times(1.0-0.2)mol/L=1.6mol/L$，

故答案为：减小；1.6mol/L；

②b 点时溶液 pH=7，此时溶液中的溶质是 $(NH_4)_2SO_3$ 和 NH_4HSO_3，根据电荷守恒：$c(NH_4^+)+c(H^+)=c(OH^-)+c(HSO_3^-)+2c(SO_3^{2-})$，因 pH=7，故 $c(H^+)=c(OH^-)$，则

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/675300211233012011