## 江苏省2024年普通高中学业水平选择性考试

一、单项选择题：共13题，每题3分，共39分。每题只有一个选项最符合题意。

1.(2024·江苏，1)我国探月工程取得重大进展。月壤中含有Ca、Fe等元素的磷酸盐，下列元素位于元素周期表第二周期的是(　　)

A.O B.P

C.Ca D.Fe

答案　A

解析　O、P、Ca、Fe依次在第二、三、四、四周期，只有A符合。

【题点】 元素在元素周期表中的位置

【关联题点】

【难度】基础题

2.(2024·江苏，2)反应PbS+4H2O2PbSO4+4H2O可用于壁画修复。下列说法正确的是(　　)

A.S2-的结构示意图为

B.H2O2中既含离子键又含共价键

C.$SO\_{4}^{2-}$中S元素的化合价为+6

D.H2O的空间构型为直线形

答案　C

解析　S2-核外有18个电子，其结构示意图为，A错误；H2O2是共价化合物，只含共价键，B错误；H2O的空间构型为V形，D错误。

【题点】 化学键与分子结构与性质综合考察

【关联题点】 原子、离子结构示意图　化学键类型判断　分子构型

【难度】基础题

3.(2024·江苏，3)实验室进行铁钉镀锌实验。下列相关原理、装置及操作不正确的是(　　)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D |
|  |  |  |  |
| 配制NaOH溶液 | 铁钉除油污 | 铁钉除锈 | 铁钉镀锌 |

答案　A

解析　配制一定物质的量浓度的溶液时，溶质要放在烧杯中溶解，不能直接放在容量瓶中溶解，A不正确；油污的主要成分是油脂，油脂在碱性条件下可以发生水解反应生成可溶于水的甘油和高级脂肪酸盐，B正确；铁锈的主要成分是Fe2O3·*n*H2O，其可溶于盐酸，C正确；电镀时，镀件(铁钉)与电源负极相连作阴极，镀层金属(锌片)与电源正极相连作阳极，电解质溶液为ZnCl2溶液，D正确。

【题点】 实验装置、操作与目的一致性判断

【关联题点】 一定物质的量浓度溶液的配制　电解原理应用电镀

【难度】基础题

4.(2024·江苏，4)明矾[KAl$(SO\_{4})\_{2}$·12H2O]可用作净水剂。下列说法正确的是(　　)

A.半径：*r*(Al3+)>*r*(K+)

B.电负性：*χ*(O)>*χ*(S)

C.沸点：H2S>H2O

D.碱性：Al(OH)3>KOH

答案　B

解析　Al3+有2个电子层，而K+有3个电子层，因此，K+的半径较大，A错误；同一主族的元素，其电负性从上到下依次减小，因而O元素的电负性较大，B正确；H2O分子间可形成氢键，H2S不能，因此H2O的沸点较高，C错误；元素的金属性越强，其最高价氧化物对应水化物的碱性越强，K的金属性强于Al，D错误。

【题点】元素周期律的综合应用

【关联题点】 半径比较　电负性比较　 分子间作用力(范德华力、氢键)与物质性质

【难度】基础题

阅读下列材料，完成5~7题：

催化剂能改变化学反应速率而不改变反应的焓变，常见催化剂有金属及其氧化物、酸和碱等。催化反应广泛存在，如豆科植物固氮、石墨制金刚石、CO2和H2制CH3OCH3(二甲醚)、V2O5催化氧化SO2等。催化剂有选择性，如C2H4与O2反应用Ag催化生成(环氧乙烷)、用CuCl2/PdCl2催化生成CH3CHO。催化作用能消除污染和影响环境，如汽车尾气处理、废水中$NO\_{3}^{-}$电催化生成N2、氯自由基催化O3分解形成臭氧空洞。我国在石油催化领域领先世界，高效、经济、绿色是未来催化剂研究的发展方向。

5.(2024·江苏，5)下列说法正确的是(　　)

A.豆科植物固氮过程中，固氮酶能提高该反应的活化能

B.C2H4与O2反应中，Ag催化能提高生成CH3CHO的选择性

C.H2O2制O2反应中，MnO2能加快化学反应速率

D.SO2与O2反应中，V2O5能减小该反应的焓变

答案　C

解析　催化剂能降低反应的活化能，A错误；由材料信息知C2H4与O2反应用Ag催化生成环氧乙烷，B错误；MnO2是H2O2制O2反应的催化剂，能加快化学反应速率，C正确；催化剂能改变反应历程加快反应速率，但不能改变反应的焓变，D错误。

【题点】化学反应的影响因素

【关联题点】化学反应历程与能量变化

【难度】基础题

6.(2024·江苏，6)下列化学反应表示正确的是(　　)

A.汽车尾气处理：2NO+4CON2+4CO2

B.$NO\_{3}^{-}$电催化为N2的阳极反应：2N$O\_{3}^{-}$+12H++10e-N2↑+6H2O

C.硝酸工业中NH3的氧化反应：4NH3+3O22N2+6H2O

D.CO2和H2催化制二甲醚：2CO2+6H2CH3OCH3+3H2O

答案　D

解析　 该反应方程式配平错误，氧原子不守恒，A错误；$NO\_{3}^{-}$电催化为N2，N元素化合价降低，发生还原反应，应是在阴极发生反应，B错误；硝酸工业中NH3发生催化氧化生成NO，C错误。

【题点】氮及其化合物的转化关系图(线)及应用

【关联题点】物质转化方程式的判断　电极反应式书写与判断

【难度】中档题

7.(2024·江苏，7)下列有关反应描述正确的是(　　)

A.CH3CH2OH催化氧化为CH3CHO，CH3CH2OH断裂C—O键

B.氟氯烃破坏臭氧层，氟氯烃产生的氯自由基改变O3分解的历程

C.丁烷催化裂化为乙烷和乙烯，丁烷断裂σ键和π键

D.石墨转化为金刚石，碳原子轨道的杂化类型由sp3转变为sp2

答案　B

解析　 CH3CH2OH催化氧化为CH3CHO，CH3CH2OH断裂C—H和O—H生成CO，A错误；根据题意，氯自由基催化O3分解形成臭氧空洞，则氟氯烃产生的氯自由基改变O3分解的历程，B正确；丁烷属于饱和烷烃，只含有σ键，C错误；石墨碳原子轨道的杂化类型为sp2，金刚石碳原子轨道的杂化类型为sp3，D错误。

【题点】化学反应历程微粒及化学键变化

【关联题点】 共价键的类型　杂化轨道类型判断

【难度】中档题

8.(2024·江苏，8)碱性锌锰电池的总反应为Zn+2MnO2+H2OZnO+2MnOOH，电池构造示意图如图所示。下列有关说法正确的是(　　)



A.电池工作时，MnO2发生氧化反应

B.电池工作时，OH-通过隔膜向正极移动

C.环境温度过低，不利于电池放电

D.反应中每生成1 mol MnOOH，转移电子数为2×6.02×1023

答案　C

解析　电池工作时，Zn为负极，MnO2为正极，MnO2得到电子，发生还原反应，A错误；电池工作时，OH-通过隔膜向负极移动，B错误；环境温度过低，化学反应速率下降，不利于电池放电，C正确；由电极反应式MnO2+e-+H2OMnOOH+OH-可知，反应中每生成1 mol MnOOH，转移1 mol(即6.02×1023)电子，D错误。

【题点】 常见化学电源

【关联题点】一次电池的工作原理及应用

【难度】基础题

9.(2024·江苏，9)化合物Z是一种药物的重要中间体，部分合成路线如下：



下列说法正确的是(　　)

A.X分子中所有碳原子共平面

B.1 mol Y最多能与1 mol H2发生加成反应

C.Z不能与Br2的CCl4溶液反应

D.Y、Z均能使酸性KMnO4溶液褪色

答案　D

解析　 X中有饱和碳原子，具有类似甲烷的四面体结构，A错误；Y中含有1个酮羰基和1个碳碳双键，可与H2加成，因此1 mol Y最多能与2 mol H2发生加成反应，B错误；Z中含有碳碳双键，可以与Br2的CCl4溶液反应，C错误；Y、Z中均含有碳碳双键，均能使酸性KMnO4溶液褪色，D正确。

【题点】多官能团的结构与性质

【关联题点】有机物分子中共面问题的判断

【难度】中档题

10.(2024·江苏，10)在给定条件下，下列制备过程涉及的物质转化均可实现的是(　　)

A.HCl制备：NaCl溶液H2和Cl2HCl

B.金属Mg制备：Mg(OH)2MgCl2溶液Mg

C.纯碱工业：NaCl溶液NaHCO3Na2CO3

D.硫酸工业：FeS2SO2H2SO4

答案　A

解析　电解氯化钠溶液可以得到H2和Cl2，H2和Cl2点燃反应生成HCl，故A的转化可以实现；电解氯化镁溶液不能得到Mg，故B的转化不能实现；纯碱工业是在饱和食盐水中通入NH3和CO2先得到NaHCO3，然后NaHCO3受热分解为Na2CO3，故C的转化不能实现；SO2和水反应生成H2SO3，不能得到H2SO4，故D的转化不能实现。

【题点】物质的转化

【关联题点】 海水提镁　侯氏制碱法　硫酸的工业制法

【难度】中档题

11.(2024·江苏，11)室温下，根据下列实验过程及现象，能验证相应实验结论的是(　　)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 选项 | 实验过程及现象 | 实验结论 |
| A | 用0.1 mol·L-1 NaOH溶液分别中和等体积的0.1 mol·L-1 H2SO4溶液和0.1 mol·L-1 CH3COOH溶液，H2SO4消耗的NaOH溶液多 | 酸性：H2SO4>CH3COOH |
| B | 向2 mL 0.1 mol·L-1 Na2S溶液中滴加几滴溴水，振荡，产生淡黄色沉淀 | 氧化性：Br2>S |
| C | 向2 mL浓度均为0.1 mol·L-1的CaCl2和BaCl2混合溶液中滴加少量0.1 mol·L-1 Na2CO3溶液，振荡，产生白色沉淀 | 溶度积常数：CaCO3>BaCO3 |
| D | 用pH试纸分别测定CH3COONa溶液和NaNO2溶液pH，CH3COONa溶液pH大 | 结合H+能力：CH3COO->$NO\_{2}^{-}$ |

答案　B

解析　H2SO4是二元酸，CH3COOH是一元酸，利用中和反应消耗碱的多少不能比较酸的酸性的强弱，A错误；S2-+Br22Br-+S↓，氧化剂的氧化性大于氧化产物，因此氧化性：Br2>S，B正确；CaCO3和BaCO3均为白色沉淀，无法通过现象确定沉淀种类，C错误；题中未明确指出两者浓度相等，无法比较，D错误。

【题点】实验操作、现象及结论的判断

【关联题点】 一强一弱的比较　溶度积常数

【难度】中档题

12.(2024·江苏，12)室温下，通过下列实验探究SO2的性质。已知*K*a1(H2SO3)=1.3×10-2，*K*a2(H2SO3)=6.2×10-8。

实验1：将SO2气体通入水中，测得溶液pH=3。

实验2：将SO2气体通入0.1 mol·L-1 NaOH溶液中，当溶液pH=4时停止通气。

实验3：将SO2气体通入0.1 mol·L-1酸性KMnO4溶液中，当溶液恰好褪色时停止通气。

下列说法正确的是(　　)

A.实验1所得溶液中：*c*($HSO\_{3}^{-}$)+*c*($SO\_{3}^{2-}$)>*c*(H+)

B.实验2所得溶液中：*c*($SO\_{3}^{2-}$)>*c*($HSO\_{3}^{-}$)

C.实验2所得溶液经蒸干、灼烧制得NaHSO3固体

D.实验3所得溶液中：*c*($SO\_{4}^{2-}$)>*c*(Mn2+)

答案　D

解析　实验1得到H2SO3溶液，其电荷守恒关系式为*c*($HSO\_{3}^{-}$)+2*c*($SO\_{3}^{2-}$)+*c*(OH-)=*c*(H+)，则*c*($HSO\_{3}^{-}$)+*c*($SO\_{3}^{2-}$)<*c*(H+)，A错误；实验2溶液pH为4，依据*K*a2=$\frac{c(H^{+})·c(SO\_{3}^{2-})}{c(HSO\_{3}^{-})}$，则6.2×10-8=$\frac{10^{-4}·c(SO\_{3}^{2-})}{c(HSO\_{3}^{-})}$，则*c*($SO\_{3}^{2-}$)<*c*($HSO\_{3}^{-}$)，B错误；NaHSO3受热易分解，且易被空气中的氧气氧化，故经过蒸干、灼烧得不到NaHSO3固体，C错误；实验3依据发生的反应：5SO2+2Mn$O\_{4}^{-}$+2H2O5S$O\_{4}^{2-}$+2Mn2++4H+，则恰好完全反应后*c*($SO\_{4}^{2-}$)>*c*(Mn2+)，D正确。

【题点】溶液中离子浓度大小比较及应用

【关联题点】盐类水解及其应用

【难度】较难题

13.(2024·江苏，13)二氧化碳加氢制甲醇的过程中的主要反应(忽略其他副反应)为：

①CO2(g)+H2(g)CO(g)+H2O(g)　Δ*H*1=41.2 kJ·mol-1

②CO(g)+2H2(g)CH3OH(g)　Δ*H*2

225 ℃、8×106Pa下，将一定比例CO2、H2混合气匀速通过装有催化剂的绝热反应管。装置及*L*1、*L*2、*L*3…位点处(相邻位点距离相同)的气体温度、CO和CH3OH的体积分数如图所示。下列说法正确的是(　　)



A.*L*4处与*L*5处反应①的平衡常数*K*相等

B.反应②的焓变Δ*H*2>0

C.*L*6处的H2O的体积分数大于*L*5处

D.混合气从起始到通过*L*1处，CO的生成速率小于CH3OH的生成速率

答案　C

解析　*L*4处与*L*5处的温度不同，故反应①的平衡常数*K*不相等，A错误；由图像可知，*L*1~*L*3温度在升高，该装置为绝热装置，反应①为吸热反应，所以反应②为放热反应，Δ*H*2<0，B错误；从*L*5到*L*6，甲醇的体积分数逐渐增加，说明反应②在向右进行，反应②消耗 CO，而 CO 体积分数没有明显变化，说明反应①也在向右进行，反应①为气体分子数不变的反应，其向右进行时，*n*(H2O)增大，反应②为气体分子数减小的反应，且没有H2O的消耗与生成，故*n*总减小而*n*(H2O)增加，即H2O的体积分数会增大，故*L*6处的 H2O的体积分数大于*L*5处，C正确；*L*1处CO 的体积分数大于 CH3OH，说明生成的 CO 的物质的量大于CH3OH，两者反应时间相同，说明CO的生成速率大于 CH3OH的生成速率，D错误。

【题点】化学反应速率、化学平衡的图像综合

【关联题点】

【难度】较难题

二、非选择题：共4题，共61分。

14.(2024·江苏，14)回收磁性合金钕铁硼(Nd2Fe14B)可制备半导体材料铁酸铋和光学材料氧化钕。

(1)钕铁硼在空气中焙烧转化为Nd2O3、Fe2O3等(忽略硼的化合物)，用0.4 mol·L-1盐酸酸浸后过滤得到NdCl3溶液和含铁滤渣。Nd、Fe浸出率($\frac{浸出液中某元素的物质的量}{某元素的总物质的量}$×100%)随浸取时间变化如图所示。



①含铁滤渣的主要成分为　　　　　　　(填化学式)。

②浸出初期Fe浸出率先上升后下降的原因是　　　　　　　　　　　　　　　　　　。

(2)含铁滤渣用硫酸溶解，经萃取、反萃取提纯后，用于制备铁酸铋。

①用含有机胺(R3N)的有机溶剂作为萃取剂提纯一定浓度的Fe2$(SO\_{4})\_{3}$溶液，原理为：

$(R\_{3}NH)\_{2}$SO4+Fe3+$+SO\_{4}^{2-}$+H2OH++$(R\_{3}NH)\_{2}$Fe(OH)$(SO\_{4})\_{2}$(有机层)

已知：$(R\_{3}NH)\_{2}$SO4+H++$HSO\_{4}^{-}$2(R3NH·HSO4)

其他条件不变，水层初始pH在0.2~0.8范围内，随水层pH增大，有机层中Fe元素含量迅速增多的原因是　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　。

②反萃取后，Fe2$(SO\_{4})\_{3}$经转化可得到铁酸铋。铁酸铋晶胞如图所示(图中有4个Fe原子位于晶胞体对角线上，O原子未画出)，其中原子数目比*N*(Fe)∶*N*(Bi)=　　　　　　　。



(3)净化后的NdCl3溶液通过沉钕、焙烧得到Nd2O3。

①向NdCl3溶液中加入$(NH\_{4})\_{2}$CO3溶液，Nd3+可转化为Nd(OH)CO3沉淀。该反应的离子方程式为　　　　。

②将8.84 mg Nd(OH)CO3(摩尔质量为221 g·mol-1)在氮气氛围中焙烧，剩余固体质量随温度变化曲线如图所示。550~600 ℃时，所得固体产物可表示为Nd*a*O*b*(CO3)*c*，通过以上实验数据确定该产物中*n*(Nd3+)∶*n*($CO\_{3}^{2-}$)的比值　　　　　　　(写出计算过程)。



答案　(1)①Fe(OH)3　②浸出初期，*c*(H+)较大，铁的浸出率较大，约5 min后，溶液酸性减弱，Fe3+水解生成Fe(OH)3进入滤渣　(2)①随水层pH增大，H+的浓度减小，$(R\_{3}NH)\_{2}$SO4+Fe3+$+SO\_{4}^{2-}$+H2OH++$(R\_{3}NH)\_{2}$Fe(OH)$(SO\_{4})\_{2}$的化学平衡向正反应方向移动，$(R\_{3}NH)\_{2}$SO4+H++$HSO\_{4}^{-}$2(R3NH·HSO4)的化学平衡逆向移动，该平衡逆向移动引起$(R\_{3}NH)\_{2}$SO4浓度的增大，进一步促进萃取平衡向萃取方向移动，导致$(R\_{3}NH)\_{2}$Fe(OH)$(SO\_{4})\_{2}$的浓度增大，因此，有机层中Fe元素含量迅速增多　②2∶1　(3)①2Nd3++3C$O\_{3}^{2-}$+H2O2Nd(OH)CO3↓+CO2↑　 ②*n*[Nd(OH)CO3]=$\frac{8.84×10^{-3}g}{221 g·mol^{-1}}$=4×10-5mol，*n*(Nd3+)=4×10-5mol，550~600 ℃时，产物为Nd*a*O*b*$(CO\_{3})\_{c}$，减少1.24 mg，其中*m*(H2O)=4×10-5 mol×$\frac{1}{2}$×18×103 mg·mol-1=0.36 mg，则*m*(CO2)=1.24 mg-0.36 mg=0.88 mg，则生成CO2的物质的量为*n*(CO2)=$\frac{0.88×10^{-3}g}{44 g·mol^{-1}}$=2×10-5mol，依据C元素守恒可知：分解后剩余的$CO\_{3}^{2-}$的物质的量为4×10-5 mol-2×10-5 mol=2×10-5 mol，*n*(Nd3+)∶*n*($CO\_{3}^{2-}$)=$\frac{4×10^{-5}mol}{2×10^{-5}mol}$=2∶1

解析　(1)①钕铁硼在空气中焙烧后得到的Nd2O3、Fe2O3均可溶于盐酸，得到含有NdCl3和FeCl3的溶液。由图中信息可知，Nd的浸出率逐渐增大，而Fe的浸出率先增大后逐渐减小，说明随着Nd的浸出率增大，稀盐酸中的H+的浓度逐渐减小，pH逐渐增大导致Fe3+水解生成Fe(OH)3沉淀，因此，含铁滤渣的主要成分为Fe(OH)3。②由①中分析可知，浸出初期Fe浸出率先上升后下降的原因是浸出初期，Fe2O3溶解，Fe的浸出率增大，约5 min后随着Nd的浸出率增大，稀盐酸中H+的浓度逐渐减小，pH逐渐增大导致Fe3+水解生成Fe(OH)3进入滤渣，Fe的浸出率又减小。(2)②由铁酸铋晶胞结构示意图可知，晶胞体内有4个Fe原子，面上有8个Fe原子，根据均摊法可知，Fe原子的数目为4+8×$\frac{1}{2}$=8；Bi原子全部在晶胞的面上，数目为8×$\frac{1}{2}$=4，因此，原子数目比*N*(Fe)∶*N*(Bi)=2∶1。(3)①向NdCl3溶液中加入$(NH\_{4})\_{2}$CO3溶液，Nd3+和$CO\_{3}^{2-}$相互促进水解生成Nd(OH)CO3沉淀和CO2。②8.84 mg Nd(OH)CO3的物质的量为$\frac{8.84×10^{-3}g}{221 g·mol^{-1}}$=4×10-5 mol，其在氮气氛围中焙烧后，金属元素的质量和化合价均保持不变，因此，*n*(Nd3+)=4×10-5 mol；550~600 ℃时剩余固体的质量为7.60 mg，固体减少的质量为1.24 mg，由于碱式盐在受热分解时易变为正盐，氢氧化物分解得到氧化物和H2O，碳酸盐分解得到氧化物和CO2，因此，可以推测固体变为Nd*a*O*b*$(CO\_{3})\_{c}$时失去的质量是生成的H2O和CO2的质量；根据H元素守恒可知，固体分解时生成H2O的质量为4×10-5mol×$\frac{1}{2}$×18×103 mg·mol-1=0.36 mg，则生成CO2的质量为1.24 mg-0.36 mg=0.88 mg，则生成CO2的物质的量为$\frac{0.88×10^{-3}g}{44 g·mol^{-1}}$=2×10-5 mol，由C元素守恒可知，分解后剩余的$CO\_{3}^{2-}$的物质的量为4×10-5 mol-2×10-5 mol=2×10-5 mol，因此可以确定该产物中*n*(Nd3+)∶*n*($CO\_{3}^{2-}$)的比值为$\frac{4×10^{-5}mol}{2×10^{-5}mol}$=2∶1。

【题点】多重速率平衡体系的综合分析

【关联题点】 水解平衡移动 晶胞化学式计算　热重分析

【难度】较难题

15.(2024·江苏，15)F是合成含松柏基化合物的中间体，其合成路线如下：



(1)A分子中的含氧官能团名称为醚键和　　　　　　　　。

(2)A→B中有副产物C15H24N2O2生成，该副产物的结构简式为　　　　　　　　。

(3)C→D的反应类型为　　　　　　　　；C转化为D时还生成H2O和　　　　　　　　(填结构简式)。

(4)写出同时满足下列条件的F的一种芳香族同分异构体的结构简式：　　　　　　　　。

碱性条件下水解后酸化，生成X、Y和Z三种有机产物。X分子中含有一个手性碳原子；Y和Z分子中均有2种不同化学环境的氢原子，Y能与FeCl3溶液发生显色反应，Z不能被银氨溶液氧化。

(5)已知：HSCH2CH2SH与HOCH2CH2OH性质相似。写出以、、HSCH2CH2SH和HCHO为原料制备的合成路线流程图　　　　　　　　(无机试剂和有机溶剂任用，合成路线示例见本题题干)。

答案　(1)酮羰基　(2)　(3)消去反应　N(CH3)3　(4)　(5)

解析　A中与酮羰基相连的甲基发生加成反应，得到的羟基与(CH3)2NH发生取代反应，得到物质B，B中N原子在CH3I和Ag2O、H2O的先后作用下，引入一个CH3，得到物质C；C受热发生消去反应生成H2O和N(CH3)3，生成碳碳双键得到物质D，D的碳碳双键在H2O2的碱溶液作用下发生反应，后再酸化引入两个羟基则得到物质E，两个羟基与CH3COCH3在HCl环境中脱去H2O得到物质F。

(4)由题中F的结构简式可知其分子式是C13H16O4，其不饱和度为6，其芳香族同分异构体在碱性条件下水解后酸化，生成X、Y和Z三种有机产物，推断该同分异构体中含有两个酯基。X分子中含有一个手性碳原子，则有一个碳原子连接着四种互不相同的原子或原子团；Y和Z分子中均有2种不同化学环境的氢原子，Y能与FeCl3溶液发生显色反应，则Y含有酚羟基，推断Y的结构简式是，Z不能被银氨溶液氧化，则Z不含醛基，推断Z的结构简式是CH3COOH；则X分子中共含有5个C原子，其中有—COOH，则推断其结构简式是；综上分析，该芳香族同分异构体的结构简式是。

【题点】有机合成及推断综合应用

【关联题点】 有机合成路线的设计

【难度】较难题

16.(2024·江苏，16)贵金属银应用广泛。Ag与稀HNO3制得AgNO3，常用于循环处理高氯废水。

(1)沉淀Cl-。在高氯水样中加入K2CrO4使$CrO\_{4}^{2-}$浓度约为5×10-3 mol·L-1，当滴加AgNO3溶液至开始产生Ag2CrO4沉淀(忽略滴加过程的体积增加)，此时溶液中Cl-浓度约为　　　　　 mol·L-1。[已知：*K*sp(AgCl)=1.8×10-10，*K*sp(Ag2CrO4)=2.0×10-12]

(2)还原AgCl。在AgCl沉淀中埋入铁圈并压实，加入足量0.5 mol·L-1盐酸后静置，充分反应得到Ag。

①铁将AgCl转化为单质Ag的化学方程式为

　。

②不与铁圈直接接触的AgCl也能转化为Ag的原因是　。

③为判断AgCl是否完全转化，补充完整实验方案：取出铁圈，搅拌均匀，取少量混合物过滤，　　　　　　　[实验中必须使用的试剂和设备：稀HNO3、AgNO3溶液，通风设备]



(3)Ag的抗菌性能。纳米Ag表面能产生Ag+杀死细菌(如图所示)，其抗菌性能受溶解氧浓度影响。

①纳米Ag溶解产生Ag+的离子方程式为　　　　　　　。

②实验表明溶解氧浓度过高，纳米Ag的抗菌性能下降，主要原因是　　　　　　　　　　　　。

答案　(1)9×10-6　(2)①Fe+AgCl+2HClFeCl3+Ag+H2↑　②形成了以Fe为负极，AgCl为正极，盐酸为电解质溶液的原电池，正极AgCl得到电子，电极反应式为AgCl+e-Ag+Cl-，生成Ag　③洗涤，向最后一次洗涤液中滴加硝酸银溶液，确保氯离子洗净，开启通风设备，向滤渣中加入足量稀HNO3，搅拌，若固体完全溶解，则AgCl完全转化，若固体未完全溶解，则AgCl未完全转化　(3)①4Ag+O2+4H+4Ag++2H2O　②纳米Ag与氧气生成Ag2O，使得Ag+浓度下降

解析　(1)$CrO\_{4}^{2-}$浓度约为5×10-3mol·L-1，当滴加AgNO3溶液至开始产生Ag2CrO4沉淀，此时*c*(Ag+)=$\sqrt{\frac{K\_{sp}(Ag\_{2}CrO\_{4})}{c(CrO\_{4}^{2-})}}$=$\sqrt{\frac{2.0×10^{-12}}{5×10^{-3}}}$ mol·L-1=2×10-5 mol·L-1，*c*(Cl-)=$\frac{K\_{sp}(AgCl)}{c(Ag^{+})}$=$\frac{1.8×10^{-10}}{2×10^{-5}}$ mol·L-1=9×10-6 mol·L-1。(2)③判断AgCl是否完全转化，即检验混合物中是否含有AgCl，若AgCl完全转化，则剩余固体全部为银，可完全溶于稀硝酸，若AgCl未完全转化，剩余AgCl不能溶于稀硝酸，则可用稀硝酸检验，稀硝酸参与反应可能会产生氮氧化物，反应需在通风设备中进行，反应后的溶液中存在氯离子，若未将滤渣洗净，氯离子会干扰实验，所以首先需要检验氯离子是否洗净，实验方案：取出铁圈，搅拌均匀，取少量混合物过滤，洗涤，向最后一次洗涤液中滴加AgNO3溶液，确保氯离子洗净，打开通风设备，向洗涤干净的滤渣中加入足量稀HNO3，搅拌，若固体完全溶解，则AgCl完全转化，若固体未完全溶解，则AgCl未完全转化。(3)①纳米Ag溶解时被氧化为Ag+，离子方程式为4Ag+O2+4H+4Ag++2H2O。②溶解氧浓度过高，纳米Ag与氧气反应生成Ag2O，使得Ag+浓度下降，抗菌性能下降。

【题点】 无机转化综合

【关联题点】 溶度积常数计算　原电池原理　陌生氧化还原反应书写

【难度】较难题

17.(2024·江苏，17)氢能是理想清洁能源，氢能产业链由制氢、储氢和用氢组成。

(1)利用铁及其氧化物循环制氢，原理如图所示。反应器Ⅰ中化合价发生改变的元素有　　　　　；含CO和H2各1 mol的混合气体通过该方法制氢，理论上可获得　　　　　 mol H2。



(2)一定条件下，将氮气和氢气按*n*(N2)∶*n*(H2)=1∶3混合匀速通入合成塔，发生反应N2+3H22NH3。海绵状的α⁃Fe作催化剂，多孔Al2O3作为α⁃Fe的“骨架”和气体吸附剂。

①H2中含有CO会使催化剂中毒。CH3COO[Cu$(NH\_{3})\_{2}$]和氨水的混合溶液能吸收CO生成CH3COO[Cu$(NH\_{3})\_{3}$CO]溶液，该反应的化学方程式为　　　　　　。

②Al2O3含量与α⁃Fe表面积、出口处氨含量关系如图所示。Al2O3含量大于2%，出口处氨含量下降的原因是　　　　　　　　　　　　。



(3)反应H2+$HCO\_{3}^{-}$HCOO-+H2O可用于储氢。

①密闭容器中，其他条件不变，向含有催化剂的0.1 mol·L-1 NaHCO3溶液中通入H2，HCOO-产率随温度变化如图所示。温度高于70 ℃，HCOO-产率下降的可能原因是　　　　　　　　　　　　。



②使用含氨基物质(化学式为CN—NH2，CN是一种碳衍生材料)联合Pd⁃Au催化剂储氢，可能机理如图所示。氨基能将$HCO\_{3}^{-}$控制在催化剂表面，其原理是　　　　　　；

用重氢气(D2)代替H2，通过检测是否存在　　　　　　　(填化学式)确认反应过程中的加氢方式。



答案　(1)C、H、Fe　$\frac{16}{9}$　(2)①CH3COO[Cu$(NH\_{3})\_{2}$]+NH3·H2O+COCH3COO[Cu(NH3)3CO]+H2O　②多孔 Al2O3可作为气体吸附剂，含量过多会吸附生成的NH3，且Al2O3含量大于2%时，α⁃Fe表面积减小，反应速率减小，这也会导致产生的NH3减少　(3)①NaHCO3受热分解，导致HCOO-产率下降　②—NH2可以与$HCO\_{3}^{-}$形成氢键　HDO

解析　(1)反应器Ⅰ中参与反应的物质有CO、H2、Fe2O3，产物有 CO2、H2O、Fe，发生反应：3CO+Fe2O32Fe+3CO2、3H2+Fe2O32Fe+3H2O，化合价发生改变的元素有 C、H、Fe；CO、H2各1 mol参与上述反应，各生成$\frac{2}{3}$mol Fe，共生成$\frac{4}{3}$ mol Fe，$\frac{4}{3}$ mol Fe在反应器Ⅱ中发生反应3Fe+4H2O(g)Fe3O4+4H2，则共生成$\frac{\frac{4}{3}mol×4}{3}$=$\frac{16}{9}$ mol H2。(3)①NaHCO3受热易分解，导致HCOO-产率下降。②氨基中的H原子连在电负性较大的N原子上，$HCO\_{3}^{-}$中的H原子连在电负性较大的O原子上，二者之间可以形成氢键N—H…O、N…H—O。总反应为H2+HC$O\_{3}^{-}$H2O+HCOO-，用D2代替H2，若生成 HDO，则可确认反应过程中的加氢方式。

【题点】 化学反应原理综合

【关联题点】 化学反应微观过程探析　　陌生氧化还原反应书写　　化学平衡的图像综合

【难度】较难题