**B单元** [**化学物质及其变化**](http://www.e-huaxue.com/file9/show289.htm)

 B1 离子反应与离子方程式

26．**A4**、**B1**、**J4**、**J5**[2017·全国卷Ⅰ] 凯氏定氮法是测定蛋白质中氮含量的经典方法，其原理是用浓硫酸在催化剂存在下将样品中有机氮转化成铵盐，利用如图所示装置处理铵盐，然后通过滴定测量。已知：

NH3＋H3BO3===NH3·H3BO3；

NH3·H3BO3＋HCl===NH4Cl＋H3BO3。

 

回答下列问题：

(1)a的作用是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

(2)b中放入少量碎瓷片的目的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。f的名称是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

(3)清洗仪器：g中加蒸馏水；打开k1，关闭k2、k3，加热b，蒸气充满管路；停止加热，关闭k1，g中蒸馏水倒吸进入c，原因是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；打开k2放掉水，重复操作2～3次。

(4)仪器清洗后，g中加入硼酸(H3BO3)和指示剂，铵盐试样由d注入e，随后注入氢氧化钠溶液，用蒸馏水冲洗d，关闭k3，d中保留少量水。打开k1，加热b，使水蒸气进入e。

①d中保留少量水的目的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

②e中主要反应的离子方程式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，e采用中空双层玻璃瓶的作用是\_\_\_\_\_\_\_\_。

(5)取某甘氨酸(C2H5NO2)样品*m* g进行测定，滴定g中吸收液时消耗浓度为*c* mol·L－1的盐酸*V* mL，则样品中氮的质量分数为\_\_\_\_\_\_\_\_%，样品的纯度≤\_\_\_\_\_\_\_\_%。

26．(1)避免b中压强过大 (2)防止暴沸　直形冷凝管

(3)c中温度下降，管路中形成负压 (4)①液封，防止氨气逸出

②NH＋OH－NH3↑＋H2O　保温使氨完全蒸出 (5)

[解析] 由实验目的和装置图可知，铵盐与浓碱液在e中反应，通过b中产生水蒸气通入e中将反应液加热，使产生的氨气完全逸出进入装置g生成NH3·H3BO3，然后利用盐酸来滴定NH3·H3BO3，最后利用氮守恒即可求出蛋白质的含氮量。(1)若b中压强较大，则a管内液面上升，因此a的作用就是避免b中压强过大。(2)b中放入少量碎瓷片的目的是防止暴沸；仪器f的名称是直形冷凝管。(3)g中蒸馏水倒吸进入c，原因是c、e及其所连接的管道内因温度下降，水蒸气冷凝为水后，管路内形成负压，在大气压的作用下，锥形瓶内的蒸馏水被倒吸入c中。(4)①因氨气极易溶于水，因此d中保留少量水可达到液封、防止氨气逸出的目的。②结合前面综述知，e中主要反应是铵盐与碱溶液在加热条件下的反应，离子方程式为NH＋OH－NH3↑＋H2O，e采用中空双层玻璃瓶的作用是减少热量损失，保温则有利于生成的氨气全部逸出。(5)取某甘氨酸(C2H5NO2)样品*m* g进行测定，滴定g中吸收液时消耗浓度为*c* mol·L－1的盐酸*V* mL，根据反应NH3·H3BO3＋HCl===NH4Cl＋H3BO3，可以求出样品中*n*(N)＝*n*(HCl)＝*c* mol·L－1×*V*×10－3 L＝0.001*cV* mol，则样品中氮的质量分数为×100%＝%，样品中甘氨酸的质量≤0.001*cV*×75 g，所以样品的纯度≤%。

6．**B1**[2017·江苏卷] 下列指定反应的离子方程式正确的是(　　)

A．钠与水反应：Na＋2H2O===Na＋＋2OH－＋H2↑

B．电解饱和食盐水获取烧碱和氯气：2Cl－＋2H2OH2↑＋Cl2↑＋2OH－

C．向氢氧化钡溶液中加入稀硫酸：Ba2＋＋OH－＋H＋＋SO===BaSO4↓＋H2O

D．向碳酸氢铵溶液中加入足量石灰水：Ca2＋＋HCO＋OH－===CaCO3↓＋H2O

6．B　[解析] Na与H2O反应的离子方程式为2Na＋2H2O===2Na＋＋2OH－＋H2↑，A项错误；Ba(OH)2与稀硫酸反应的离子方程式为Ba2＋＋2OH－＋2H＋＋SO===BaSO4↓＋2H2O，C项错误；石灰水足量，令NH4HCO3为1 mol，离子方程式为Ca2＋＋NH＋HCO＋2OH－===CaCO3↓＋NH3↑＋2H2O，D项错误。

9．**B1**、**H2**、**H3**[2017·江苏卷] 常温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是(　　)

A．无色透明的溶液中：Fe3＋、Mg2＋、SCN－、Cl－

B.＝1×10－12的溶液中：K＋、Na＋、CO、NO

C．*c*(Fe2＋)＝1 mol·L－1的溶液中：K＋、NH、MnO、SO

D．能使甲基橙变红的溶液中：Na＋、NH、SO、HCO

9．B　[解析] Fe3＋为黄色且与SCN－不能大量共存，A项错误；B项＝1×10－12的溶液的pH＝13，OH－与选项中四种离子均能大量共存，B项正确；Fe2＋能够被MnO 氧化为Fe3＋，C项错误；能够使甲基橙变红的溶液的pH<3.1，HCO 与H＋不能大量共存，D项错误。

B2 氧化还原反应概念

 B3 氧化还原反应的规律及其应用

27．**B3**、**C5**、**H5**[2017·全国卷Ⅰ] Li4Ti5O12和LiFePO4都是锂离子电池的电极材料，可利用钛铁矿(主要成分为FeTiO3，还含有少量MgO、SiO2等杂质)来制备，工艺流程如下：



回答下列问题：

(1)“酸浸”实验中，铁的浸出率结果如图所示。由图可知，当铁的浸出率为70%时，所采用的实验条件为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。



 (2)“酸浸”后，钛主要以TiOCl形式存在，写出相应反应的离子方程式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

(3)TiO2·*x*H2O沉淀与双氧水、氨水反应40 min所得实验结果如下表所示：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度/℃ | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| TiO2·*x*H2O转化率/% | 92 | 95 | 97 | 93 | 88 |

分析40 ℃时TiO2·*x*H2O转化率最高的原因\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

(4)Li2Ti5O15中Ti的化合价为＋4，其中过氧键的数目为\_\_\_\_\_\_\_\_。

(5)若“滤液②”中*c*(Mg2＋)＝0.02 mol·L－1，加入双氧水和磷酸(设溶液体积增加1倍)，使Fe3＋恰好沉淀完全即溶液中*c*(Fe3＋)＝1.0×10－5 mol·L－1，此时是否有Mg3(PO4)2沉淀生成？\_\_\_\_\_\_\_\_(列式计算)。FePO4、Mg3(PO4)2的*K*sp分别为1.3×10－22、1.0×10－24。

(6)写出“高温煅烧②”中由FePO4制备LiFePO4的化学方程式：\_\_\_\_\_\_\_。

27．(1)100 ℃、2 h，90 ℃、5 h

(2)FeTiO3＋4H＋＋4Cl－===Fe2＋＋TiOCl＋2H2O

(3)低于40 ℃，TiO2·*x*H2O转化反应速率随温度升高而增加；超过40 ℃，双氧水分解与氨气逸出导致TiO2·*x*H2O转化反应速率下降

(4)4

(5)Fe3＋恰好沉淀完全时，*c*(PO)＝mol·L－1＝1.3×10－17mol·L－1，*c*3(Mg2＋)·*c*2(PO)值为0.013×(1.3×10－17)2＝1.7×10－40<*K*sp[Mg3(PO4)2]，因此不会生成Mg3(PO4)2沉淀

(6)2FePO4＋Li2CO3＋H2C2O42LiFePO4＋3CO2↑＋H2O↑

[解析] (1)由图示知，在“酸浸”时，浸出率为70%时的条件为100 ℃、2 h或90 ℃、5 h。(2)利用信息知，“酸浸”时FeTiO3与HCl反应生成TiOCl，然后结合原子守恒、电荷守恒可得反应的离子方程式为FeTiO3＋4H＋＋4Cl－===Fe2＋＋TiOCl＋2H2O。(3)当低于40 ℃时，随温度升高，反应速率加快，故温度低于40 ℃时，相同时间内，随温度升高TiO2·*x*H2O转化率升高；当超过40 ℃ 时，H2O2易分解与氨水易挥发，所以当温度高于40 ℃时，H2O2的分解与氨水的挥发使TiO2·*x*H2O转化反应速率下降，在相同时间内，TiO2·*x*H2O转化率下降；因此，在40 ℃ 时TiO2·*x*H2O转化率最高。(4)Li2Ti5O15中Li为＋1价、Ti为＋4价、O为－2、－1价(在O中O为－1价，且每个O中含有一个过氧键)，设过氧键的数目为*x*，利用原子守恒和化合物中正负化合价代数和等于0可得：(＋1)×2＋(＋4)×5＋(－1)×2*x*＋(－2)×(15－2*x*)＝0，解得*x*＝4。(5)加入磷酸后，因溶液体积增加1倍，此时溶液中*c*(Mg2＋)＝0.01 mol·L－1。当Fe3＋恰好沉淀完全时，*c*(PO)＝ mol·L－1＝1.3×10－17 mol·L－1，此时溶液中*c*3(Mg2＋)×*c*2(PO)＝(0.01)3×(1.3×10－17)2＝1.7×10－40＜*K*sp[Mg3(PO4)2]，因此不会生成Mg3(PO4)2沉淀。(6)由流程图知，煅烧FePO4、Li2CO3和H2C2O4制得LiFePO4，在反应过程中＋3价的Fe被还原，因此H2C2O4中＋3价的C必被氧化为＋4价的C，依据得失电子守恒和原子守恒可得反应的方程式为2FePO4＋Li2CO3＋H2C2O42LiFePO4＋H2O↑＋3CO2↑。

26．**J2**、**B3**[2017·全国卷Ⅱ] 水泥是重要的建筑材料。水泥熟料的主要成分为CaO、SiO2，并含有一定量的铁、铝和镁等金属的氧化物。实验室测定水泥样品中钙含量的过程如图所示：



图0

回答下列问题：

(1)在分解水泥样品过程中，以盐酸为溶剂，氯化铵为助溶剂，还需加入几滴硝酸。加入硝酸的目的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，还可使用\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_代替硝酸。

(2)沉淀A的主要成分是\_\_\_\_\_\_\_\_，其不溶于强酸但可与一种弱酸反应，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

(3)加氨水过程中加热的目的是\_\_\_\_\_\_。沉淀B的主要成分为\_\_\_\_、\_\_\_\_\_(写化学式)。

(4)草酸钙沉淀经稀H2SO4处理后，用KMnO4标准溶液滴定，通过测定草酸的量可间接获知钙的含量，滴定反应为MnO＋H＋＋H2C2O4―→Mn2＋＋CO2＋H2O。实验中称取0.400 g水泥样品，滴定时消耗了0.050 0 mol·L－1的KMnO4溶液36.00 mL，则该水泥样品中钙的质量分数为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

26．(1)将样品中可能存在的Fe2＋氧化为Fe3＋　H2O2

(2)SiO2(或H2SiO3)　SiO2＋4HF===SiF4↑＋2H2O(或H2SiO3＋4HF===SiF4↑＋3H2O)

(3)防止胶体生成，易沉淀分离　Al(OH)3　Fe(OH)3 (4)45.0%

[解析] (1)Fe3＋在pH较小时容易沉淀，所以加入HNO3的目的是将溶解液中可能存在的Fe2＋氧化为Fe3＋；H2O2将Fe2＋氧化为Fe3＋ 时不会引入杂质，故可利用H2O2来替代HNO3作氧化剂氧化Fe2＋。(2)根据水泥的成分和相关的反应可知，沉淀为不溶于盐酸、硝酸的SiO2；SiO2与弱酸HF反应的化学方程式为SiO2＋4HF===SiF4↑＋2H2O。(3)加氨水能使金属阳离子生成氢氧化物沉淀，加热能使生成的微量胶体聚沉，故加氨水过程中加热的目的是防止胶体生成，易沉淀分离；加氨水前滤液中有四种金属阳离子，它们形成的碱的碱性由弱到强的顺序是Fe(OH)3、Al(OH)3、Mg(OH)2、Ca(OH)2，因此加热生成沉淀的主要成分是前两种：Fe(OH)3、Al(OH)3。(4)根据反应化学方程式可知5Ca2＋～5H2C2O4～2KMnO4，因此*n*(KMnO4)＝0.050 0 mmol/mL×36.00 mL＝1.80 mmol，*n*(Ca2＋)＝4.50 mmol，因此水泥样品中钙的质量分数为×100%＝45.0%。

28．**A3**、**A4**、**B3**、**J1**[2017·全国卷Ⅱ] 水中的溶解氧是水生生物生存不可缺少的条件。某课外小组采用碘量法测定学校周边河水中的溶解氧。实验步骤及测定原理如下：

Ⅰ.取样、氧的固定

用溶解氧瓶采集水样。记录大气压及水体温度。将水样与Mn(OH)2碱性悬浊液(含有KI)混合，反应生成MnO(OH)2，实现氧的固定。

Ⅱ.酸化、滴定

将固氧后的水样酸化，MnO(OH)2被I－还原为Mn2＋，在暗处静置5 min，然后用标准Na2S2O3溶液滴定生成的I2(2S2O＋I2===2I－＋S4O)。

回答下列问题：

(1)取水样时应尽量避免扰动水体表面，这样操作的主要目的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

(2)“氧的固定”中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

(3)Na2S2O3溶液不稳定，使用前需标定。配制该溶液时需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、试剂瓶和\_\_\_\_\_；蒸馏水必须经过煮沸、冷却后才能使用，其目的是杀菌、除\_\_\_\_及二氧化碳。

(4)取100.00 mL水样经固氧、酸化后，用*a* mol·L－1 Na2S2O3溶液滴定，以淀粉溶液作指示剂，终点现象为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；若消耗Na2S2O3溶液的体积为*b* mL，则水样中溶解氧的含量为\_\_\_\_\_\_\_\_mg·L－1。

(5)上述滴定完成时，若滴定管尖嘴处留有气泡会导致测量结果偏\_\_\_(填“高”或“低”)。

28．(1)使测定值与水体中的实际值保持一致，避免产生误差

(2)O2＋2Mn(OH)2===2MnO(OH)2 (3)量筒　氧气

(4)蓝色刚好褪去　80*ab*　(5)低

[解析] (1)取水样时，若搅拌水体，会造成水底还原性杂质进入水样中，或者水体中的氧气因搅拌逸出，导致测定值与水体实际氧含量产生较大的误差。(2)根据氧化还原反应原理，Mn(OH)2被氧气氧化为MnO(OH)2，由此可得化学方程式2Mn(OH)2＋O2===2MnO(OH)2。(3)配制Na2S2O3溶液还需要的玻璃仪器是用于量取一定体积蒸馏水的量筒；加热可以除去溶解的氧气，避免实验结果不准确。(4)被滴定溶液中含有I2与淀粉，溶液为蓝色，该实验用硫代硫酸钠标准液滴定I2，因此终点现象为当最后一滴标准液滴入时，溶液由蓝色变为无色，且半分钟内无变化；根据关系式O2～2MnO(OH)2～2I2～4Na2S2O3可得水样中溶解氧的含量为*ab*×10－3 mol××32 g/mol÷0.1 L＝0.08*ab* g/L＝80*ab* mg/L。(5)终点读数时有气泡，气泡导致滴定所用的标准溶液体积读数偏小，导致测量结果偏低。

27．**A4**、**B3**、**B4**、**D5**[2017·北京卷] SCR和NSR技术可有效降低柴油发动机在空气过量条件下的NO*x*排放。

(1)SCR(选择性催化还原)工作原理：



①尿素[CO(NH2)2]水溶液热分解为NH3和CO2，该反应的化学方程式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

②反应器中NH3还原NO2的化学方程式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

③当燃油中含硫量较高时，尾气中SO2在O2作用下会形成(NH4)2SO4，使催化剂中毒。用化学方程式表示(NH4)2SO4的形成：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

④尿素溶液浓度影响NO2的转化，测定溶液中尿素(*M*＝60 g·mol－1)含量的方法如下：取*a* g尿素溶液，将所含氮完全转化为NH3，所得NH3用过量的*V*1 mL *c*1 mol·L－1 H2SO4溶液吸收完全，剩余H2SO4用 *V*2 mL *c*2 mol·L－1 NaOH溶液恰好中和，则尿素溶液中溶质的质量分数是\_\_\_\_\_\_\_\_。

(2)NSR(NO*x*储存还原)工作原理：

NO*x*的储存和还原在不同时段交替进行，如图所示。



1. 通过BaO和Ba(NO3)2的相互转化实现NO*x*的储存和还原。储存NO*x*的物质是\_\_\_\_\_\_\_\_。

②用H2模拟尾气中还原性气体研究了Ba(NO3)2的催化还原过程，该过程分两步进行，图表示该过程相关物质浓度随时间的变化关系。第一步反应消耗的H2与Ba(NO3)2的物质的量之比是\_\_\_\_\_\_\_\_。



③还原过程中，有时会产生笑气(N2O)。用同位素示踪法研究发现笑气的产生与NO有关。在有氧条件下，15NO 与NH3以一定比例反应时，得到的笑气几乎都是15NNO。将该反应的化学方程式补充完整：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_15NNO＋H2O

27．(1)①CO(NH2)2＋H2OCO2＋2NH3

②8NH3＋6NO27N2＋12H2O

③2SO2＋O2＋4NH3＋2H2O===2(NH4)2SO4

④

(2)①BaO　②8∶1

③415NO＋4NH3＋3O2415NNO＋6H2O

[解析] (1)①反应物为尿素和水，产物为NH3和CO2；②NH3与NO2反应生成N2和H2O；③根据产物(NH4)2SO4，该反应原理可以理解为SO2与O2反应生成SO3，SO3与氨水反应生成(NH4)2SO4，或者SO2与氨水反应生成(NH4)2SO3，(NH4)2SO3再被O2氧化为(NH4)2SO4，类似于酸雨的形成过程；④吸收NH3的硫酸的物质的量为*V*1×10－3 L×*c*1 mol·L－1－*V*2 ×10－3 L×*c*2 mol·L－1×＝(*V*1*c*1－*V*2*c*2)×10－3 mol，尿素的物质的量为(*V*1*c*1－*V*2*c*2)×10－3 mol，则尿素溶液中溶质的质量分数是[(*V*1*c*1－*V*2*c*2)×10－3 mol×60 g/mol]÷*a* g＝。(2)① BaO与NO*x*反应生成Ba(NO3)2，Ba(NO3)2再与还原性气体反应生成N2，则储存NO*x*的物质为BaO；②第一步是H2与Ba(NO3)2 反应生成NH3，第二步是NH3与Ba(NO3)2反应生成N2，根据得失电子守恒，则第一步反应消耗的H2与Ba(NO3)2的物质的量之比是8∶1；③根据产物15NNO可知，普通氮原子来自于NH3，且与15N物质的量相等，则15NO与NH3以1∶1反应，据此配平化学方程式。

10．**B3**、**G1**、**H6**[2017·天津卷] H2S和SO2会对环境和人体健康带来极大的危害，工业上采取多种方法减少这些有害气体的排放，回答下列各方法中的问题。

Ⅰ.H2S的除去

方法1：生物脱H2S的原理为

H2S＋Fe2(SO4)3===S↓＋2FeSO4＋H2SO4

4FeSO4＋O2＋2H2SO42Fe2(SO4)3＋2H2O

(1)硫杆菌存在时，FeSO4被氧化的速率是无菌时的5×105倍，该菌的作用是\_\_\_\_\_\_\_\_。

(2)由图0(a)和(b)判断使用硫杆菌的最佳条件为\_\_\_\_\_\_\_\_。若反应温度过高，反应速率下降，其原因是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。



(a)



(b)

方法2：在一定条件下，用H2O2氧化H2S

(3)随着参加反应的变化，氧化产物不同。当＝4时，氧化产物的分子式为\_\_\_\_\_\_\_\_。

Ⅱ.SO2的除去

方法1(双碱法)：用NaOH吸收SO2，并用CaO使NaOH再生

NaOH溶液Na2SO3溶液

(4)写出过程①的离子方程式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。CaO在水中存在如下转化：

CaO(s)＋H2O(l)===Ca(OH)2(s) ⇌ Ca2＋(aq)＋2OH－(aq)

从平衡移动的角度，简述过程②NaOH再生的原理： \_\_\_\_\_\_。

方法2：用氨水除去SO2

(5)已知25 ℃，NH3·H2O的*K*b＝1.8×10－5，H2SO3的*K*a1＝1.3×10－2，*K*a2＝6.2×10－8。若氨水的浓度为2.0 mol·L－1，溶液中的*c*(OH－)＝\_\_\_\_\_\_\_\_mol·L－1。将SO2通入该氨水中， 当*c*(OH－)降至1.0×10－7 mol·L－1时，溶液中的＝\_\_\_\_\_\_\_\_。

10．(1)降低反应活化能(或作催化剂) (2)30 ℃、pH＝2.0 蛋白质变性(或硫杆菌失去活性) (3)H2SO4 (4)2OH－＋SO2===SO＋H2O SO与Ca2＋生成CaSO3沉淀，平衡向正向移动，有NaOH生成 (5)6.0×10－3　0.62

[解析] (1)硫杆菌的存在加快了FeSO4的氧化速率，故起到催化剂作用。(2)由图(a)可知30 ℃时氧化速率最快，由图(b)可知pH＝2.0时氧化速率最快，故使用硫杆菌的最佳条件为30 ℃、pH＝2.0。硫杆菌含蛋白质，温度过高会使蛋白质变性，而使硫杆菌失去生理活性，从而丧失催化能力。(3)当＝4时， H2O2中氧元素由－1 价被还原为－2价，根据化合价升降总数相等，可知H2S中S由－2价被氧化为＋6价，则氧化产物为H2SO4。(4)SO2遇碱反应生成亚硫酸盐和水。Na2SO3电离出SO，SO与Ca2＋结合生成CaSO3沉淀，平衡正向移动，生成NaOH。(5)*K*b＝＝＝1.8×10－5，解得*c*(OH－)＝6.0×10－3 mol·L－1。*K*a2＝＝6.2×10－8，则＝，*c*(H＋)＝*c*(OH－)＝1.0×10－7 mol·L－1，解得＝0.62。

18．**B3**、**A4**[2017·江苏卷] 碱式氯化铜是重要的无机杀菌剂。

(1)碱式氯化铜有多种制备方法

①方法1：45～50 ℃时，向CuCl悬浊液中持续通入空气得到Cu2(OH)2Cl2·3H2O，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

②方法2：先制得CuCl2，再与石灰乳反应生成碱式氯化铜。Cu与稀盐酸在持续通入空气的条件下反应生成CuCl2，Fe3＋对该反应有催化作用，其催化原理如图所示。M′的化学式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。



 (2)碱式氯化铜有多种组成，可表示为Cu*a*(OH)*b*Cl*c*·*x*H2O。为测定某碱式氯化铜的组成，进行下列实验：①称取样品1.116 0 g，用少量稀HNO3溶解后配成100.00 mL溶液A；②取25.00 mL溶液A，加入足量AgNO3溶液，得AgCl 0.172 2 g；③另取25.00 mL溶液A，调节pH 4～5，用浓度为0.080 00 mol·L－1的EDTA(Na2H2Y·2H2O)标准溶液滴定Cu2＋(离子方程式为Cu2＋＋H2Y2－===CuY2－＋2H＋)，滴定至终点，消耗标准溶液30.00 mL。通过计算确定该样品的化学式(写出计算过程)。

18．(1)①4CuCl＋O2＋8H2O2Cu2(OH)2Cl2·3H2O ②Fe2＋

(2)*n*(Cl－)＝*n*(AgCl)×＝×＝4.800×10－3 mol

*n*(Cu2＋)＝*n*(EDTA)×

＝0.080 00 mol·L－1×30.00 mL×10－3 L·mL－1×＝9.600×10－3 mol

*n*(OH－)＝2*n*(Cu2＋ )－*n*(Cl－)＝2×9.600×10－3 mol －4.800×10－3 mol＝1.440×10－2 mol

*m*(Cl－)＝4.800×10－3 mol×35.5 g·mol－1＝0.170 4 g

*m*(Cu2＋)＝9.600×10－3 mol×64 g·mol－1＝0.614 4 g

*m*(OH－)＝1.440×10－2 mol×17 g·mol－1＝0.244 8 g

*n*(H2O)＝＝4.800×10－3 mol

*a*∶*b*∶*c*∶*x* ＝*n*(Cu2＋ )∶*n*(OH－)∶*n*(Cl－)∶*n*(H2O)＝2∶3∶1∶1

化学式为Cu2(OH)3Cl·H2O

[解析] (1)①在45～50 ℃的温度下，CuCl与O2、H2O发生反应的化学方程式为4CuCl＋O2＋8H2O2Cu2(OH)2Cl2·3H2O；②结合催化原理图示分析可知，Cu的化合价升高，则M―→ M′化合价降低，由于Fe3＋为催化剂，所以其催化过程为Cu与稀盐酸、Fe3＋反应生成CuCl2和Fe2＋，Fe2＋再被O2氧化为Fe3＋。

 B4 [化学物质及其变化](http://www.e-huaxue.com/file9/show289.htm)综合

27．**A4**、**B3**、**B4**、**D5**[2017·北京卷] SCR和NSR技术可有效降低柴油发动机在空气过量条件下的NO*x*排放。

(1)SCR(选择性催化还原)工作原理：



①尿素[CO(NH2)2]水溶液热分解为NH3和CO2，该反应的化学方程式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

1. 反应器中NH3还原NO2的化学方程式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 当燃油中含硫量较高时，尾气中SO2在O2作用下会形成(NH4)2SO4，使催化剂中毒。用化学方程式表示(NH4)2SO4的形成：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

④尿素溶液浓度影响NO2的转化，测定溶液中尿素(*M*＝60 g·mol－1)含量的方法如下：取*a* g尿素溶液，将所含氮完全转化为NH3，所得NH3用过量的*V*1 mL *c*1 mol·L－1 H2SO4溶液吸收完全，剩余H2SO4用 *V*2 mL *c*2 mol·L－1 NaOH溶液恰好中和，则尿素溶液中溶质的质量分数是\_\_\_\_\_\_\_\_。

(2)NSR(NO*x*储存还原)工作原理：

NO*x*的储存和还原在不同时段交替进行，如图所示。



1. 通过BaO和Ba(NO3)2的相互转化实现NO*x*的储存和还原。储存NO*x*的物质是\_\_\_\_\_\_\_\_。

②用H2模拟尾气中还原性气体研究了Ba(NO3)2的催化还原过程，该过程分两步进行，图表示该过程相关物质浓度随时间的变化关系。第一步反应消耗的H2与Ba(NO3)2的物质的量之比是\_\_\_\_\_\_\_\_。



③还原过程中，有时会产生笑气(N2O)。用同位素示踪法研究发现笑气的产生与NO有关。在有氧条件下，15NO 与NH3以一定比例反应时，得到的笑气几乎都是15NNO。将该反应的化学方程式补充完整：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_15NNO＋H2O

27．(1)①CO(NH2)2＋H2OCO2＋2NH3

②8NH3＋6NO27N2＋12H2O

③2SO2＋O2＋4NH3＋2H2O===2(NH4)2SO4

④

(2)①BaO　②8∶1

③415NO＋4NH3＋3O2415NNO＋6H2O

[解析] (1)①反应物为尿素和水，产物为NH3和CO2；②NH3与NO2反应生成N2和H2O；③根据产物(NH4)2SO4，该反应原理可以理解为SO2与O2反应生成SO3，SO3与氨水反应生成(NH4)2SO4，或者SO2与氨水反应生成(NH4)2SO3，(NH4)2SO3再被O2氧化为(NH4)2SO4，类似于酸雨的形成过程；④吸收NH3的硫酸的物质的量为*V*1×10－3 L×*c*1 mol·L－1－*V*2 ×10－3 L×*c*2 mol·L－1×＝(*V*1*c*1－*V*2*c*2)×10－3 mol，尿素的物质的量为(*V*1*c*1－*V*2*c*2)×10－3 mol，则尿素溶液中溶质的质量分数是[(*V*1*c*1－*V*2*c*2)×10－3 mol×60 g/mol]÷*a* g＝。(2)① BaO与NO*x*反应生成Ba(NO3)2，Ba(NO3)2再与还原性气体反应生成N2，则储存NO*x*的物质为BaO；②第一步是H2与Ba(NO3)2 反应生成NH3，第二步是NH3与Ba(NO3)2反应生成N2，根据得失电子守恒，则第一步反应消耗的H2与Ba(NO3)2的物质的量之比是8∶1；③根据产物15NNO可知，普通氮原子来自于NH3，且与15N物质的量相等，则15NO与NH3以1∶1反应，据此配平化学方程式。

**2017模拟**

1．[2017·东北育才一模] 25 ℃时，下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是(　　)

A．pH＝1的溶液中：Na＋、K＋、MnO、CO

B．由水电离出的*c*(H＋)＝1×10－13mol·L－1的溶液中：Mg2＋、Cu2＋、SO、NO

C．0.1 mol·L－1 NH4HCO3溶液中：K＋、Na＋、NO、Cl－

D．0.1 mol·L－1 FeCl3溶液中：Fe2＋、NH、SCN－、SO

1．C　[解析] pH＝1的溶液呈酸性，溶液中存在大量氢离子，CO与氢离子反应，在溶液中不能大量共存，A错误；由水电离出的*c*(H＋)＝1×10－13mol·L－1的溶液呈酸性或碱性，溶液中存在大量氢离子或氢氧根离子，Mg2＋、Cu2＋与氢氧根离子反应，在碱性溶液中不能大量共存，B错误；K＋、Na＋、NO、Cl－之间不发生反应，都不与NH4HCO3反应，在溶液中能够大量共存，C正确；Fe3＋和SCN－之间发生反应，在溶液中不能大量共存，D错误。

2．[2017·甘肃平凉一模] 某溶液中含有较大量的Cl－、CO、OH－3种阴离子，如果只取一次该溶液就能够分别将3种阴离子依次检验出来，下列实验操作顺序正确的是(　　)

①滴加Mg(NO3)2溶液　②过滤　③滴加AgNO3溶液　④滴加Ba(NO3)2溶液

A．①②④②③ B．④②①②③ C．①②③②④ D．④②③②①

2．B　[解析] Cl－用AgNO3溶液检验，二者反应生成白色沉淀AgCl；CO用Ba(NO3)2溶液检验，二者反应生成白色沉淀BaCO3；OH－用Mg(NO3)2溶液检验，二者反应生成白色沉淀Mg(OH)2；Cl－、CO、OH－都和AgNO3反应，CO、OH－都和Mg(NO3)2溶液反应生成白色沉淀；只有CO和Ba(NO3)2溶液反应生成白色沉淀，为了防止干扰，应该先检验CO、再检验OH－。

3．[2017·山东菏泽一中一模] Na2FeO4是一种高效多功能水处理剂，应用前景十分看好。一种制备Na2FeO4的方法可用化学方程式表示为2FeSO4＋6Na2O22Na2FeO4＋2Na2O＋2Na2SO4＋O2↑，对此反应下列说法中正确的是(　　)

A．Na2O2只作氧化剂

B．2 mol FeSO4发生反应时，反应中共有8 mol电子转移

C．每生成16 g氧气就有1 mol Fe2＋被还原

D．Na2FeO4既是还原产物又是氧化产物

3．D　[解析] 该反应中过氧化钠既作氧化剂又作还原剂，A错误；反应中化合价升高的元素有Fe，由＋2价→＋6价，还有O，由－1价→0价，2 mol FeSO4发生反应时，共有2 mol×4＋1 mol×2＝10 mol电子转移，B错误；反应中Fe化合价由＋2价变为＋6价，根据2FeSO4＋6Na2O22Na2FeO4＋2Na2O＋2Na2SO4＋O2↑，每生成16 g氧气就有1 mol Fe2＋被氧化，C错误；Na2FeO4既是氧化产物又是还原产物，D正确。

4．[2017·广东潮州模拟] 肼是重要的化工原料，某探究小组利用下列反应制取水合肼(N2H4·H2O)：

CO(NH2)2＋2NaOH＋NaClONa2CO3＋N2H4·H2O＋NaCl。



图K5­1

实验一：制备NaClO溶液

(1)将氯气通入到盛有NaOH溶液的锥形瓶中，锥形瓶中发生反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

实验二：制取水合肼(实验装置如图K5­1表示)

控制反应温度，将分液漏斗中的溶液缓慢滴入三颈烧瓶中，充分反应。加热蒸馏三颈烧瓶内的溶液，收集108～114 ℃馏分。(已知：N2H4·H2O＋2NaClO===N2↑＋3H2O＋2NaCl)

(2)分液漏斗中的溶液是\_\_\_\_\_\_\_\_(填标号“A”或“B”)。

A．NaOH和NaClO混合溶液 B．CO(NH2)2溶液

选择的理由是\_\_\_\_\_\_\_\_。

实验三：测定馏分中水合肼的含量

水合肼具有还原性，可以被氧化生成氮气，测定水合肼的质量分数可采用下列步骤：

A．称取馏分5.000 g，加入适量NaHCO3固体，经稀释、转移、定容等步骤，配制250 mL溶液；

B．移取25.00 mL于锥形瓶中，加入10 mL水，摇匀；

C．用0.200 0 mol/L碘溶液滴定至溶液出现微黄色且半分钟内不消失，滴定过程中，溶液的pH保持在6.5左右，记录消耗碘的标准液的体积；

D．进一步操作与数据处理。

(3)水合肼与碘溶液反应的化学方程式： \_\_\_\_\_\_\_\_\_；滴定过程中，NaHCO3能控制溶液的pH在6.5左右，原因是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

(4)滴定时，碘的标准溶液盛放在\_\_\_\_\_\_(选填“酸式”或“碱式”)滴定管中；若本次滴定消耗碘的标准溶液为18.00 mL，馏分中水合肼(N2H4·H2O)的质量分数为\_\_\_\_\_\_\_\_(保留三位有效数字)。

(5)为获得更可靠的滴定结果，步骤D中进一步操作主要是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

4．(1)Cl2＋2OH－===ClO－＋Cl－＋H2O

(2)A　如果次氯酸钠溶液装在烧瓶中，反应生成的水合肼会被次氯酸钠氧化

(3)N2H4·H2O＋2I2===N2↑＋4HI＋H2O　生成的HI与NaHCO3反应　(4)酸式　18.0%

(5)重复步骤B和C 2～3次，依据测得的结果，取平均值

[解析] (2)依据制取水合肼(N2H4·H2O)的反应原理CO(NH2)2＋2NaOH＋NaClONa2CO3＋N2H4·H2O＋NaCl，结合反应产物和反应物分析判断，分液漏斗中的溶液是NaOH和NaClO混合溶液；水合肼(N2H4·H2O)具有还原性，易被次氯酸钠氧化，如果次氯酸钠溶液装在烧瓶中，反应生成的水合肼会被次氯酸钠氧化。

(3)NaHCO3能控制溶液的pH在6.5左右，是因为碳酸氢钠和碘化氢反应。

(4)碘单质具有氧化性，选择酸式滴定管盛装进行实验；结合反应定量关系计算得到馏分中水合肼(N2H4·H2O)的质量分数。

N2H4·H2O＋2I2===N2↑＋4HI＋H2O

 1 2

 *n* 0.200 0 mol/L×0.018 L

*n*＝0.001 8 mol

250 mL溶液中含有N2H4·H2O的物质的量＝0.001 8 mol×＝0.018 mol，

水合肼(N2H4·H2O)的质量分数＝×100%＝18.0%。