## (三)关注创新材料，倡导绿色环保　[分值：50分]

(选择题1~4题，每小题4分，共16分)

1.2024年3月初，中国新一代载人登月飞船命名为“梦舟”，月面着陆器命名为“揽月”，下列有关说法正确的是(　　)

A.发射“梦舟”航天飞船的火箭发动机喷管套筒使用的T800碳纤维属于有机高分子材料

B.“揽月”柔性太阳能板使用了国产新型高纯度二氧化硅，其性质稳定，是优良的光电材料

C.新一代载人登月火箭应用液氧煤油发动机，煤油是烃及其含氧衍生物的混合物

D.“梦舟”上用于电气管路隔热层的纳米二氧化硅不是胶体

答案　D

解析　碳纤维属于新型无机非金属材料，不属于有机高分子材料，A错误；太阳能板使用的是晶体硅，B错误；煤油是烃类混合物，不包括含氧衍生物，C错误；胶体是分散质粒子直径在1~100 nm之间的分散系，纳米二氧化硅是纯净物，不是分散系，因此纳米二氧化硅不属于胶体，D正确。

2.奋进中的中国取得了举世瞩目的成就，对下列成就所涉及的化学知识的说法错误的是(　　)

A.“宏海号”龙门吊钢丝绳含有天然纤维芯，天然纤维中不可能含有蛋白质

B.“天舟七号”货运飞船的电子设备芯片使用的材料是硅，硅属于半导体材料

C.“天问一号”探测器着陆火星过程中使用了芳纶制作的降落伞，芳纶是高分子材料

D.“中国天眼”的球面射电板上使用的材料是铝合金，铝合金属于金属材料

答案　A

解析　天然纤维中可能含有蛋白质，如蚕丝是天然纤维，主要成分是蛋白质，A错误。

3.“绿色化学”主要内容之一是指从技术、经济上设计可行的化学反应，尽可能减少对环境的负作用。下列化学反应符合绿色化学概念的是(　　)

A.制CuSO4：Cu+2H2SO4(浓)CuSO4+SO2↑+2H2O

B.制CuSO4：2Cu+O22CuO　CuO+H2SO4(稀)===CuSO4+H2O

C.制Cu(NO3)2：3Cu+8HNO3(稀)===3Cu(NO3)2+2NO↑+4H2O

D.制Cu(NO3)2：Cu+4HNO3(浓)===+2NO2↑+2H2O

答案　B

解析　在选项A、C、D的产物中有二氧化硫和氮氧化物，有毒且污染环境，硫酸和硝酸的利用率低，而B选项没有污染物排放，硫酸的利用率高。

4.下列说法不正确的是(　　)

A.赤潮是水体富营养化，藻类大量繁殖，消耗了大量氧气，造成水体缺氧的现象

B.工业废气中的SO2可采用石灰法进行脱除

C.汽车尾气的大量排放是造成雾霾天气的因素之一

D.用明矾可消除水中Cu2+等重金属离子污染

答案　D

解析　石灰石煅烧得到生石灰，生石灰与SO2反应得到亚硫酸钙，亚硫酸钙再被氧化为硫酸钙，从而将SO2脱除，B正确；明矾溶于水可水解生成氢氧化铝胶体，氢氧化铝胶体能吸附水中悬浮的不溶性杂质，达到净水的目的，但不能消除水中Cu2+等重金属离子污染，D错误。

5.(16分)(2024·广西1月适应性测试)工业尾气脱硝是减少空气污染的重要举措。回答下列问题：

(1)已知相关反应的热力学数据如下。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 反应 |  | *K*p(800 K) |
| CH4(g)+2O2(g)source:si_idm1294183800;FounderCESCO2(g)+2H2O(g) | -802.6 |  |
| N2(g)+O2(g)source:si_idm1294139952;FounderCES2NO(g) | +182.6 |  |
| CH4(g)+2NO(g)+O2(g)source:si_idm1294100208;FounderCESCO2(g)+N2(g)+2H2O(g) |  | 5.0×1062 |
| 2NO(g)+O2(g)source:si_idm1294047400;FounderCES2NO2(g) |  | 8.5×10-3(kPa)-1 |

①CH4脱硝反应CH4(g)+2NO(g)+O2(g)source:si_idm1293997216;FounderCESCO2(g)+N2(g)+2H2O(g)的Δ*H*=　　　　　　 kJ·mol-1。800 K时，为了提高该反应中NO的平衡转化率，理论上可采取的措施是　　　　。

A.恒容时增大O2的压强

B.减小反应容器的容积

C.移去部分H2O

D.选择合适的催化剂

②CH4另一脱硝反应CH4(g)+2NO2(g)source:si_idm1352345512;FounderCESCO2(g)+N2(g)+2H2O(g)的*K*p(800 K)=　　　　kPa(结果保留一位小数)。

(2)模拟工业尾气脱硝：一定条件下，将*p*(CH4)∶*p*(NO)∶*p*(O2)=1∶1∶50的气体与Ar混合，匀速通过催化脱硝反应器，测得NO去除率和CH4转化率随反应温度的变化如图。



当温度低于780 K时，NO的去除率随温度升高而升高，可能原因是　　　　　　　；

高于780 K时，NO的去除率随温度升高而降低，结合(1)的信息分析其可能原因是　　　　　　　。

(3)中国科学家利用Cu催化剂实现电化学脱硝。通过理论计算推测电解池阴极上NO可能的转化机理及转化步骤的活化能分别如下(\*表示催化剂表面吸附位，如NOH\*表示吸附于催化剂表面的NOH)。

Ⅰ.NO+H++e-+\*―→NOH\*

Ⅱ.NOH\*+H++e-―→N\*+H2O

*E*a=52.37 kJ·mol-1

Ⅲ.N\*+H++e-―→NH\*

*E*a=40.33 kJ·mol-1

Ⅳ.NH\*+H++e-―→NH2\*

*E*a=48.16 kJ·mol-1

Ⅴ.NH2\*+H++e-―→NH3\*

*E*a=45.15 kJ·mol-1

上述反应机理中，Ⅱ~Ⅴ中速率最慢的步骤是　　　。若电路中有1 mmol电子流过，其中生成NH3的选择性为95%，电解池阴极生成的NH3的物质的量为　　　　mmol。

答案　(1)①-985.2　AC　②5.9×1064

(2)当温度低于780 K时，反应未达到平衡，升高温度，反应向正反应方向进行，NO的去除率升高

高于780 K时，反应放热，随温度升高平衡向逆反应方向移动，NO的去除率随温度升高而降低

(3)Ⅱ　0.19

解析　把方程式分别编号如下：

CH4(g)+2O2(g)source:si_idm1341989488;FounderCESCO2(g)+2H2O(g)①

N2(g)+O2(g)source:si_idm1341958928;FounderCES2NO(g)②

CH4(g)+2NO(g)+O2(g)source:si_idm1341931856;FounderCESCO2(g)+N2(g)+2H2O(g)③

2NO(g)+O2(g)source:si_idm1341897296;FounderCES2NO2(g)④

CH4(g)+2NO2(g)source:si_idm1341873032;FounderCESCO2(g)+N2(g)+2H2O(g)⑤

(1)①根据盖斯定律，①-②=③，Δ*H*3=Δ*H*1-Δ*H*2=(-802.6-182.6)kJ·mol-1=-985.2 kJ·mol-1；800 K时，为了提高该反应中NO的平衡转化率， 恒容时增大O2的压强，平衡右移，NO的平衡转化率增大，A正确；减小反应容器的容积，相当于增大压强，反应前后系数相等，平衡不移动，B错误；移去部分H2O，平衡右移，NO的平衡转化率增大，C正确；选择合适的催化剂，平衡不移动，D错误。②根据盖斯定律，③-④=⑤，故*K*p(800 K)= = kPa≈5.9×1064 kPa。(3)①活化能越大速率越慢，Ⅱ~Ⅴ中速率最慢的步骤是Ⅱ。②由NO的转化机理可知方程式为NO+5H++5e-===NH3+H2O，生成1 mol NH3转移5 mol电子，若电路中有1 mmol电子流过，其中生成NH3的选择性为95%，则电解池阴极生成的NH3的物质的量为×0.95 mmol=0.19 mmol。

6.(18分)国产飞机的制造使用了较多含硼材料(如硼纤维、氮化硼等)，且多项技术打破了国外垄断。回答下列问题：

(1)基态B原子的价层电子轨道表示式为　　　　　　　　　。

(2)耐高温材料立方 BN 制备流程中用到了 NH3、BCl3和触媒剂 Ca3B2N4。

①Ca、B、N 三种元素的电负性从大到小的顺序为　　　　　　。

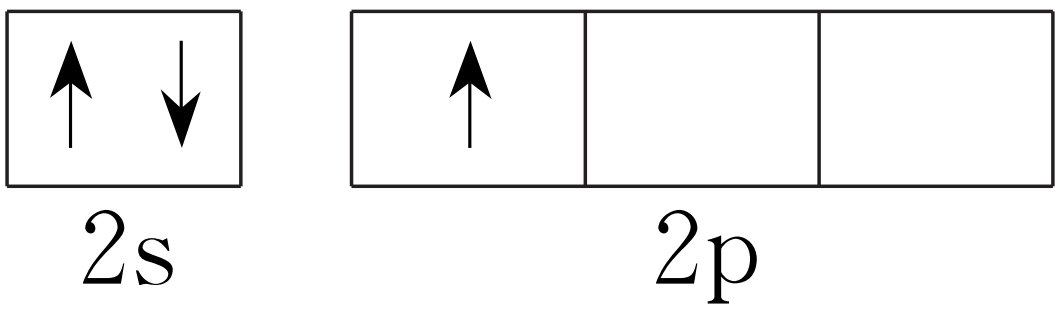
②BCl3中 B原子的　　　　　　　　轨道与 Cl原子的　　　　　　　　　轨道形成σ键。

③BCl3在四氯化碳中的溶解度远大于 NH3在四氯化碳中的溶解度，原因是　　　　　　　　　　　　　　　　。

(3)硼砂是非常重要的含硼矿物。一种硼砂阴离子的结构如图1所示，则1 mol 该阴离子中含有配位键的物质的量为　　　　　，*n*=　　　　　　　。



(4)制造硼合金的原料硼化钙(CaB6)晶胞结构如图2 所示，硼原子全部组成B6正八面体，各个顶点通过B—B互相连接成三维骨架。已知该晶体的晶胞参数为*a* pm，B6正八面体中 B—B的键长为*d* pm，M 原子的坐标参数为(，，)，则N原子的坐标参数为　　　　　　　　；设阿伏加德罗常数的值为*N*A，则该晶体的密度为　　　　　　g·cm-3(列出计算式)。

答案　(1)　(2)①N>B>Ca

②sp2杂化　3p　③BCl3和四氯化碳均为非极性分子，而NH3为极性分子　(3)2 mol　2

(4)(，1，0)

解析　(2)②BCl3中B原子的价层电子对数为3，其杂化方式为sp2，故BCl3中B原子的sp2杂化轨道与Cl原子的3p轨道形成σ键。(3)由题图1可知，形成4个键的B原子含有1个配位键，故1 mol该阴离子中含有配位键的物质的量为2 mol，在该阴离子中B显+3价，O显-2价，H显+1价，则计算可得*n*=2。(4)第一步：确定晶胞结构。将8个正八面体的体心连接成晶胞的立方晶系图。第二步：确定N原子在坐标系中的*x*值。由M原子的坐标参数知，该原子位于晶胞的体心，且坐标系的单位长度为1，正八面体的体心到正八面体的顶点的距离为*d* pm，则N点在*x*轴的处。第三步：确定N原子的坐标参数。根据N原子在晶胞中的位置可知，其坐标参数为(，1，0)。一个晶胞中含有一个CaB6，则该晶体密度为 g·cm-3。