## (五)化学反应的自发性与速率平衡　[分值：50分]

(选择题1~10题，每小题5分，共50分)

1.(2024·扬州模拟预测)工业生产H2SO4过程中发生反应：2SO2(g)+O2(g)source:si_idm1276170912;FounderCES2SO3(g)。下列说法正确的是(　　)

A.反应的平衡常数*K*=

B.该反应Δ*S*<0、Δ*H*>0

C.使用合适的催化剂，可以降低反应的活化能，加快反应速率

D.上述反应中每消耗1 mol O2，转移电子的数目约为2×6.02×1023

答案　C

解析　该反应为放热反应，即Δ*H*<0，该反应反应前后气体体积减小，即Δ*S*<0，故B错误；使用催化剂，可以降低反应的活化能，提高活化分子百分数，加快反应速率，故C正确。

2.(2024·泰州一模)利用碳氯化反应TiO2(s)+2Cl2(g)+2C(s)source:si_idm1359285272;FounderCESTiCl4(g)+2CO(g)　Δ*H*=-51 kJ·mol-1，可将TiO2转化为TiCl4，再进一步还原得到金属钛，下列说法正确的是(　　)

A.碳氯化反应在高温下不能自发进行

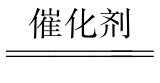
B.加压、降温均可增大生成TiCl4的速率

C.反应中每消耗1 mol TiO2，转移电子的数目约为4×6.02×1023

D.将TiO2(s)与C(s)粉碎并混合均匀后反应可提高Cl2的平衡转化率

答案　C

解析　碳氯化反应是放热的熵增反应，则该反应在任意温度下都能自发进行，故A错误；加压，速率增大，降温，速率减小，故B错误；根据方程式分析，消耗1 mol TiO2，转移4 mol电子，则反应中每消耗1 mol TiO2，转移电子的数目约为4×6.02×1023，故C正确；将TiO2(s)与C(s)粉碎并混合均匀后反应可提高Cl2的反应速率，但不能提高平衡转化率，故D错误。

3.(2024·南通模拟预测)NH3快速消除烟气中的NO*x*的反应原理为NO2(g)+NO(g)+2NH3(g)2N2(g)+3H2O(g)　Δ*H*<0。反应装置示意图如图所示。下列关于该反应的说法不正确的是(　　)



A.该反应Δ*S*>0

B.选择高效催化剂可降低反应的焓变

C.单位时间内消耗NO和N2的物质的量之比为1∶2时，反应达到平衡

D.每消耗1 mol NH3，转移电子的数目约为3×6.02×1023

答案　B

解析　使用催化剂，可以降低反应的活化能，但不能降低反应的焓变，故B错误；根据反应方程式可知，NH3中N元素化合价由-3价升高为0价，因此消耗1 mol NH3转移3 mol电子，即转移电子的数目约为3×6.02×1023，故D正确。

4.二氧化硫是一种重要的化工原料，可以制取硫酸、焦亚硫酸钠等化工产品。其中，催化制取三氧化硫的热化学方程式为2SO2(g)+O2(g)source:si_idm1308073536;FounderCES2SO3(g)　Δ*H*=-196.6 kJ·mol-1。二氧化硫也是形成酸雨的主要污染物，可以通过氨气水溶液进行吸收。实验室可以用浓硫酸与铜加热制取少量二氧化硫。关于二氧化硫转化成三氧化硫的反应，在恒温恒压的密闭容器中进行时，下列说法正确的是(　　)

A.该反应中，反应物的键能之和<产物的键能之和

B.反应中每充入2 mol SO2和1 mol O2，充分反应后转移电子数目为4×6.02×1023

C.使用优质催化剂，体系中的值增大

D.升高温度，能加快反应速率，提高二氧化硫的平衡转化率

答案　A

解析　反应热等于断裂反应物化学键吸收的总能量与形成生成物化学键释放的总能量的差，该反应是放热反应，说明在该反应中，反应物的键能之和<产物的键能之和，A正确；该反应是可逆反应，反应物不能完全转化为生成物，故反应中每充入2 mol SO2和1 mol O2，充分反应后转移电子数目小于4×6.02×1023，B错误；使用优质催化剂，可以缩短达到平衡所需时间，但化学平衡常数不变，因此的值不变，C错误；升高温度，物质的内能增加，分子之间有效碰撞次数增加，因而能加快反应速率。但该反应的正反应是放热反应，升高温度，化学平衡逆向移动，导致二氧化硫的平衡转化率降低，D错误。

5.(2024·南京二模)光电子功能材料ZnS可通过自发反应ZnO(s)+H2S(g)===ZnS(s)+H2O(g)　Δ*H*>0制备。下列说法正确的是(　　)

A.该反应的Δ*S*<0

B.其他条件相同，缩小容器体积，达到新平衡时减小

C.其他条件相同，升高体系温度，H2S的平衡转化率增大

D.其他条件相同，使用催化剂加快正反应速率，减慢逆反应速率

答案　C

解析　反应ZnO(s)+H2S(g)===ZnS(s)+H2O(g)能自发进行，其Δ*H*>0，则Δ*S*>0，A不正确；该反应反应前后气体分子数相等，其他条件相同，缩小容器体积，相当于加压，平衡不发生移动，则不变，B不正确；其他条件相同，升高体系温度，由于正反应为吸热反应，则平衡正向移动，H2S的平衡转化率增大，C正确；其他条件相同，使用催化剂，可降低反应的活化能，正、逆反应速率均增大，D不正确。

6.(2024·苏州三模)合成氨反应为N2(g)+3H2(g)source:si_idm1287007592;FounderCES2NH3(g)　Δ*H*=-92.4 kJ·mol-1。下列说法正确的是(　　)

A.该反应Δ*S*>0

B.Δ*H*=*E*(N—N)+3*E*(H—H)-6*E*(N—H)

C.反应中每消耗3 mol H2转移6 mol电子

D.实际生产中以低温、高压、高活性催化剂的条件来提高氨气产率

答案　C

解析　该反应为反应前后气体体积减小的反应，Δ*S*<0，A错误；Δ*H*=反应物键能总和-生成物键能总和，Δ*H*=*E*(N≡N)+3*E*(H—H)-6*E*(N—H)，B错误；该反应为反应前后气体体积减小的放热反应，低温、高压可使化学平衡正向移动，但是使用高活性催化剂对化学平衡没有影响，无法提高氨气产率，D错误。

7.(2024·江苏一模)反应CH4(g)+2NO2(g)source:si_idm1344868824;FounderCESCO2(g)+N2(g)+2H2O(g)可用于尾气脱硝。下列说法正确的是(　　)

A.该反应的Δ*S*<0

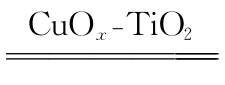
B.该反应达到平衡后，移除部分H2O(g)，正反应速率增大

C.提高*n*(NO2)∶*n*(CH4)的比例，可增大NO2的平衡转化率

D.该反应每消耗1 mol NO2，转移电子的数目约为4×6.02×1023

答案　D

解析　根据反应方程式可知该反应是熵增反应，Δ*S*>0，A错误；H2O(g)是生成物，反应达到平衡后，若移除部分H2O(g)，逆反应速率瞬间减小，正反应速率不变，由于*v'*正>*v'*逆，故化学平衡正向移动，平衡移动过程中正反应速率逐渐减小至达到新的平衡，B错误；若提高*n*(NO2)∶*n*(CH4)的比例，化学平衡正向移动，CH4的平衡转化率增大，但NO2的平衡转化率降低，C错误；根据反应方程式可知每消耗2 mol NO2，反应过程中会转移8 mol电子，当消耗1 mol NO2时，转移电子的物质的量是4 mol，即转移的电子数目约为4×6.02×1023，D正确。

8.(2024·南通二模)CuO*x*⁃TiO2可用于低温下催化氧化HCHO：HCHO(g)+O2(g)CO2(g)+H2O(l)。下列关于CuO*x*⁃TiO2催化氧化甲醛的反应说法正确的是(　　)

A.该反应Δ*H*<0，Δ*S*<0

B.HCHO、CO2、H2O均为极性分子

C.升高温度，*v*逆增大，*v*正减小

D.使用CuO*x*⁃TiO2催化剂降低了该反应的焓变

答案　A

解析　根据方程式可知，该反应Δ*S*<0，根据Δ*G*=Δ*H*-*T*Δ*S*<0反应可自发进行，放热的熵减反应低温下可自发进行，所以Δ*H*<0，A正确；CO2为直线形分子，属于非极性分子，B错误；升高温度，正、逆反应速率均增大，C错误；催化剂可以改变反应活化能，不能改变反应焓变，D错误。

9.(2024·南京师范大学附属中学高三三模)硫及其化合物有着广泛的作用。硫元素具有多种化合价，在一定条件下能发生相互转化。不同温度下硫单质的状态和分子结构不同，S8环状分子的结构为。合理应用和处理含硫的化合物，在生产生活中有重要意义。利用甲烷可以除去SO3，反应为8SO3(g)+6CH4(g)source:si_idm1394883096;FounderCESS8(g)+6CO2(g)+12H2O(g)。下列说法正确的是(　　)

A.S8分子中硫原子采用sp3杂化

B.上述反应的Δ*S*<0

C.上述反应的化学平衡常数*K*=

D.及时分离出H2O(g)，正反应速率增大，平衡向正反应方向移动

答案　A

解析　S8分子中每个硫原子形成2个σ键，有两个孤电子对，故采用sp3杂化，A正确；该反应为反应前后气体分子数增大的反应，Δ*S*>0，B错误；及时分离出H2O(g)，平衡向正反应方向移动，但是生成物浓度减小，正反应速率之后逐渐减小至达到新的平衡，D错误。

10.(2023·江苏统考二模)反应2NO(g)+2CO(g)source:si_idm1394227792;FounderCES2CO2(g)+N2(g)　Δ*H*<0可用于处理汽车尾气。下列说法正确的是(　　)

A.该反应在任何温度下都能自发进行

B.上述反应平衡常数*K*=

C.其他条件相同，增大体系压强，能提高NO的平衡转化率

D.其他条件相同，提高*c*(CO)，正反应速率加快，逆反应速率减慢

答案　C

解析　该反应的Δ*H*<0，Δ*S*<0，根据反应自发进行的条件(Δ*H*-*T*Δ*S*)<0，该反应在低温下可自发进行，A错误；根据化学方程式可知，平衡常数*K*=，B错误；该反应正反应为气体体积减小的反应，增大压强化学平衡正向移动，可提高NO的转化率，C正确；提高一氧化碳的浓度，随着反应进行，正、逆反应速率均加快，D错误。