热点 12 “看图说话”描述微观结构变化过程

命题趋势

“看图说话”描述微观结构变化过程是近几年江苏高考的必考内容，属于热点问题，主要考查用语言描述微观结构变化过程，解题时读懂题干信息，看清图像中微粒变化或者结构的变化进行正确描述，注意语言精练，表达准确，同时迁移应用正确的化学原理及结构化学知识，备考时关注核心考点的掌握至关重要。

解题策略

一、反应机理

(1)反应机理是用来描述某反应物到反应产物所经由的全部基元反应，就是把一个复杂反应分解成若干个基元反应，以图示的形式来描述某一化学变化所经由的全部反应，然后按照一定规律组合起来，从而阐述复杂反应的内在联系，以及总反应与基元反应内在联系。

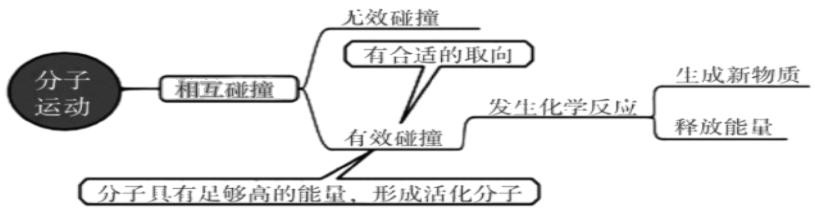
(2)反应机理详细描述了每一步转化的过程，包括过渡态的形成，键的断裂和生成，以及各步的相对速率大小等。典型的是基元反应碰撞理论和基元反应过渡态理论。

(3)反应机理中包含的基元反应是单分子反应或双分子反应。完整的反应机理需要考虑到反应物、催化剂、反应的立体化学、产物以及各物质的用量。

(4)认识化学反应机理，任何化合物的每一步反应都应该是在该条件下此类化合物的通用反应。

2．有效碰撞理论

(1)化学反应发生的条件：在化学反应中，反应物分子不断发生碰撞，大多数碰撞无法发生反应，只有少数分子的碰撞才能发生化学反应，能发生有效碰撞的分子是活化分子。普通反应物分子形成活化分子所需要的能量叫活化能。而活化分子的碰撞也不一定都能发生有效碰撞。发生有效碰撞不仅有能量的因素，还有空间因素，只有同时满足这两者的要求才能发生有效碰撞。



二、有机反应机理必备知识

1.自由基反应

自由基反应，常指有机分子在反应中共价键发生均裂，产生自由基中间体。有自由基参加的反应称为自由基反应。

2. 亲电加成反应

（1）鎓离子历程：

X2 与 C＝C 经 π-络合物形成卤鎓离子，亲核的 X-经反式加成生成产物。

（2）碳正离子历程：

（3）烯烃的自由基加成反应机理

（4）烯烃被过氧酸氧化成环氧化合物的反应机理

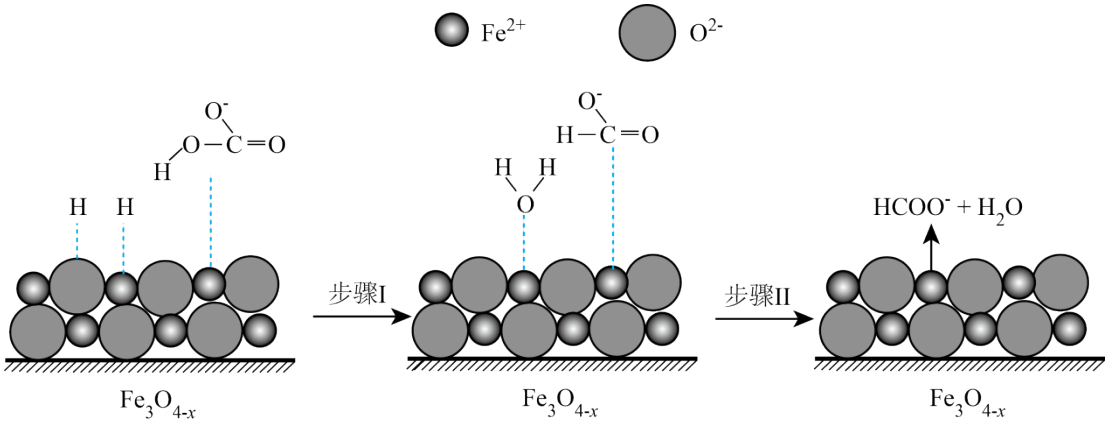
（5）1,2-环氧化合物的开环反应

1,2-环氧化合物是不稳定的，在酸或碱的催化作用下都会发生开环反应；碱催化，负离子进攻空阻较小的碳。酸催化，负离子进攻正性较大的碳。

真题回眸

考向　“看图说话”描述微观结构变化过程

1. （2022 江苏卷节选）②随着反应进行，$FeCO_3$ 迅速转化为活性 Fe_3O_{4-x}，活性 Fe_3O_{4-x} 是 HCO_3^- 转化为 $HCOO^-$ 的催化剂，其可能反应机理如图所示。根据元素电负性的变化规律。如图所示的反应步骤 I 可描述为_____。



【答案】②. H 的电负性大于 Fe，小于 O，在活性 Fe_3O_{4-x} 表面，H_2 断裂为 H 原子，一个吸附在催化剂的铁离子上，略带负电，一个吸附在催化剂的氧离子上，略带正电，前者与 HCO_3^- 中略带正电的碳结合，后者与 HCO_3^- 中略带负电的羟基氧结合生成 H_2O，HCO_3^- 转化为 $HCOO^-$　　③. 随 $c\left(HCO_3^-\right)$ 增加，生成 $FeCO_3$ 和 H_2 的速率更快、产量增大，生成 $HCOO^-$ 的速率更快、产率也增大

【解析】

【小问 2 详解】

②H 的电负性大于 Fe，小于 O，在活性 Fe_3O_{4-x} 表面，H_2 断裂为 H 原子，一个吸附在催化剂的铁离子上，略带负电，一个吸附在催化剂的氧离子上，略带正电，前者与 HCO_3^- 中略带正电的碳结合，后者与 HCO_3^- 中略带负电的羟基氧结合生成 H_2O，HCO_3^- 转化为 $HCOO^-$；

③在其他条件相同时，随 $c\left(HCO_3^-\right)$ 增加，其与铁粉反应加快，从图中得知 Fe 的转化率也增大，即生成 $FeCO_3$ 和 H_2 的速率更快，量更大，则得到活性 Fe_3O_{4-x} 的速度更快，量也更多，生成 $HCOO^-$ 的速率更快，产率也更大。

2. （2021 江苏卷）（3）利用铜—铈氧化物($xCuO{\cdot}yCeO_2$，Ce 是活泼金属)催化氧化可除去 H_2 中少量 CO，催化氧化过程中 Cu、Ce 的化合价均发生变化，可能机理如图 2 所示。将 $n(CO)$：$n(O_2)$：$n(H_2)$：$n(N_2)$=1：1：49：49 的混合气体以一定流速通过装有 $xCuO{\cdot}yCeO_2$ 催化剂的反应器，CO 的转化率随温度变化的曲线如图 3 所示。

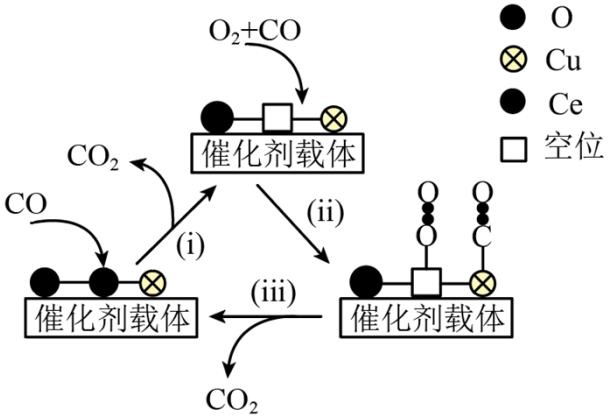


图-2

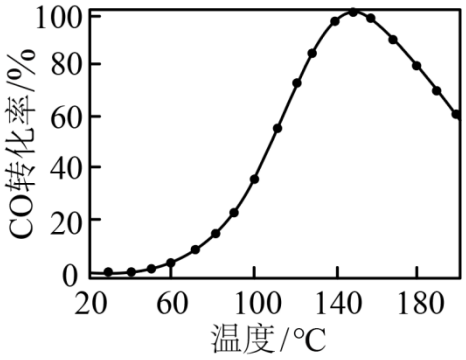


图-3

①Ce 基态原子核外电子排布式为[Xe]$4f^15d^16s^2$，图 2 所示机理的步骤(i)中，元素 Cu、Ce 化合价发生的变化为___。

【答案】（3） ①. 铜的化合价由+2 变为+1 价，铈的化合价由+4 价变为+3 价 ②. 高温下，Cu(+2 价)或 Cu(+1 价)被 H_2 还原为金属 Cu

【解析】

【小问 3 详解】

①图 2 所示机理的步骤(i)中 CO 结合氧元素转化为二氧化碳，根据 Cu、Ce 两种元素的核外电子排布式可判断元素 Cu、Ce 化合价发生的变化为铜的化合价由+2 变为+1 价，铈的化合价由+4 价变为+3 价。

②由于高温下，Cu(+2 价)或 Cu(+1 价)被 H_2 还原为金属 Cu，所以当催化氧化温度超过 150℃时，催化剂的催化活性下降。

限时检测 （建议用时：45 分钟）

1．研究废气、废水中污染物处理的有效措施是环保领域的重要课题。

Ⅰ、NO_x 是空气的主要污染物之一，有效去除大气中的 NO_x 可以保护大气环境。

(1)空气中污染物 NO 可在催化剂作用下用 NH_3 还原。

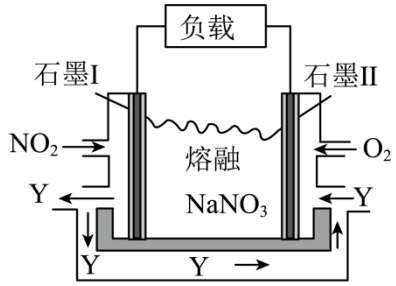
已知：$4NH_3(g)+5O_2(g)=4NO(g)+6H_2O(g)\quad \Delta H=-905.0kJ\cdot mol^{-1}$

$N_2(g)+O_2(g)=2NO(g)\quad \Delta H=+180.5kJ\cdot mol^{-1}$

有氧条件下，NH_3 与 NO 反应生成 N_2，相关热化学方程式为

$4NH_3(g)+4NO(g)+O_2(g)=4N_2(g)+6H_2O(g)\quad \Delta H=$_____$kJ\cdot mol^{-1}$

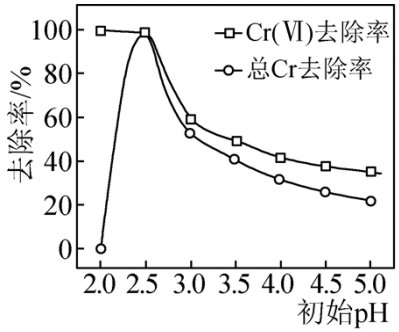
(2)工业上含氮污染物处理以 NO_2、O_2、熔融 $NaNO_3$ 组成的燃料电池装置如题图所示，在使用过程中石墨 I 电极反应生成一种氧化物 Y，则该电池的正极反应式为_____。



Ⅱ、在水溶液中，Cr(Ⅲ)以 $Cr(OH)_3$ 形态存在；Cr(Ⅵ)主要以 $Cr_2O_7^{2-}$ 和形态存在，其毒性是 Cr(Ⅲ)的 100 倍。处理含 Cr 废水的常用方法是先将其转化为 Cr(Ⅲ)，再进一步将 Cr^{3+} 转化为 $Cr(OH)_3$ 沉淀，减少水体中总铬含量。

(3)Cr(Ⅵ)在水溶液中常有 $Cr_2O_7^{2-}$ 和 CrO_4^{2-} 两种存在形式，加酸可以使 CrO_4^{2-} 转化为 $Cr_2O_7^{2-}$，该反应的离子方程式为_____。

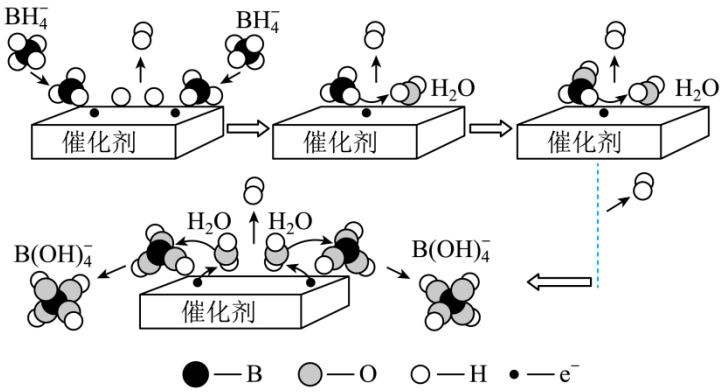
(4) $NaBH_4$ 可用于直接还原去除废水中的 $Cr_2O_7^{2-}$，反应时消耗大量 H^+。废水的初始 pH 对去除溶液中的 Cr(Ⅵ)和总 Cr 的影响关系如题图所示：



①废水初始 pH=2 时，Cr(Ⅵ)的去除率达到 100%，总 Cr 的去除率为 0%，其原因是_____。

②氢化铝锂($LiAlH_4$)、硼氢化钠($NaBH_4$)在有机合成中应用广泛。还原能力(单位质量转移电子数)：$NaBH_4$_____$LiAlH_4$(填“>”、“=”或“<”)

③$NaBH_4$是一种应用广泛的强还原剂，在热水中生成硼酸钠和氢气，反应如下：$NaBH_4+4H_2O=NaB(OH)_4+4H_2\uparrow$。$NaBH_4$在催化剂作用下与水反应获得$H_2$的微观过程如题图所示，若将$H_2O$中的H全部用D(重氢原子)代替，请根据上图结合相关方程式描述生成D_2气体这一步的微观过程：_____。



【答案】(1)-1627

(2)$2N_2O_5+O_2+4e^-=4NO_3^-$

(3)$2CrO_4^{2-}+2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}+H_2O$

(4)　　pH=2时，原废水中含大量H^+，导致Cr(Ⅲ)无法转化为$Cr(OH)_3$沉淀，仍以Cr^{3+}形式存在于溶液中　　=　　$NaBH_4$中元素化合价为-1价，H_2O中H元素化合价为+1价，二者发生归中反应生成氢气：$BH_4^-+4H_2O=B(OH)_4^-+4H_2\uparrow$，若将$H_2O$中的H全部用D(重氢原子)代替，则将有$D_2$生成

【解析】（1）①$4NH_3(g)+5O_2(g)=4NO(g)+6H_2O(g)\Delta H=-905.0kJ\cdot mol^{-1}$；

②$N_2(g)+O_2(g)=2NO(g)\Delta H=+180.5kJ\cdot mol^{-1}$；根据盖斯丁定律：①－4×②得$4NH_3(g)+4NO(g)+O_2(g)=4N_2(g)+6H_2O(g)\Delta H=-1627kJ\cdot mol^{-1}$；

（2）燃料电池中燃料通过负极发生氧化反应，电极反应式：$NO_2-e^-+NO_3^-=N_2O_5$；生成的N_2O_5进入正极，正极反应式：$2N_2O_5+O_2+4e^-=4NO_3^-$；

（3）加酸可以使CrO_4^{2-}转化为$Cr_2O_7^{2-}$，该反应的离子方程式：

$2CrO_4^{2-}+2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}+H_2O$；

（4）①废水初始pH为2时，虽然Cr

(Ⅵ)的去除率达到 100%，但总铬元素的去除率为 0.0%，说明溶液中重铬酸根离子转化为铬离子，但铬离子没有转化为氢氧化铬沉淀，所以总铬元素的去除率为 0.0%；

②氢化铝锂($LiAlH_4$)、硼氢化钠($NaBH_4$)相对分子质量相同，H 元素都为+1 价，还原能力(单位质量转移电子数)相同；

③$NaBH_4$ 中元素化合价为-1 价，H_2O 中 H 元素化合价为+1 价，二者发生归中反应生成氢气：$BH_4^- + 4H_2O = B(OH)_4^- + 4H_2\uparrow$，若将 H_2O 中的 H 全部用 D(重氢原子)代替，则将有 D_2 生成；

2．我国力争于 2030 年前做到碳达峰，2060 年前实现碳中和。资源化利用碳氧化合物能有效减少 CO_2 排放，实现自然界中的碳循环。

(1)以 CO_2、C_2H_6 为原料合成 C_2H_4 涉及的主要反应如下：

I．$CO_2(g)+C_2H_6(g)=C_2H_4(g)+H_2O(g)+CO(g)$ $\Delta H=+177kJmol^{-1}$ (主反应)

II．$C_2H_6(g)=CH_4(g)+H_2(g)+C(s)$ $\Delta H=+9kJmol^{-1}$ (副反应)

反应 I 的反应历程可分为如下两步：

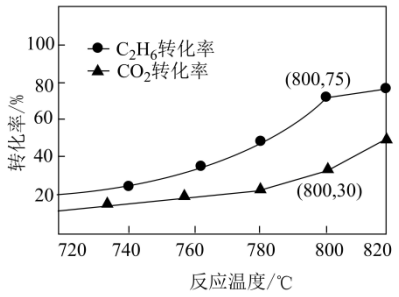
i．$C_2H_6(g)=C_2H_4(g)+H_2(g)$ ΔH_1

ii．$H_2(g)+CO_2(g)=H_2O(g)+CO(g)$ $\Delta H_2=+41kJmol^{-1}$

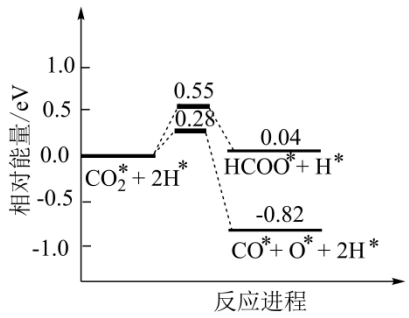
①$\Delta H_1=$_____。

②相比于提高 $c(C_2H_6)$，提高 $c(CO_2)$ 对反应 I 速率影响更大，可能的原因是_____。

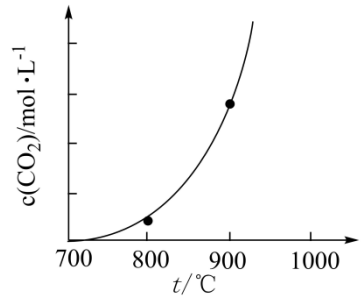
③0.1MPa 时，向一恒容密闭容器中充入物质的量之比为 2:1 的 $CO_2(g)$ 和 $C_2H_6(g)$，反应物转化率与反应温度的关系如图所示。在 800℃，$C_2H_4(g)$ 得选择性 $[\frac{C_2H_4(g)\text{的物质的量}}{\text{反的}C_2H_6(g)\text{的物质的量}}\times 100\%]$ 为_____。



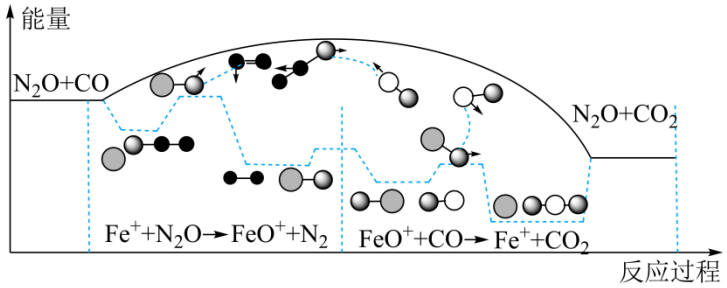
(2)CO_2 可制甲烷化，CO_2 可制甲烷化过程中，CO_2 活化的可能途径如图所示。CO 是 CO_2 活化的优势中间体，可能的原因是_____。



(3)CO_2可用CaO吸收，发生反应：$CaO(s)+CO_2(g)=CaCO_3(s)$。在不同温度下，达到平衡时体系中CO_2物质的量浓度[$c(CO_2)$]与温度的关系如图所示。900℃下的$c(CO_2)$远大于800℃下的$c(CO_2)$，其原因是_____。



(4)研究表明N_2O与CO在Fe^+作用下发生反应的能量变化及反应过程如图所示，下列说法正确的是_____。



A．Fe^+是催化剂，FeO^+是中间产物

B．增大压强可以提高N_2O与CO的反应速率和平衡转化率

C．每当有$14gN_2$生成时，转移1mol电子

D．N_2与CO_2转变成N_2O和CO的总过程，温度升高，平衡常数K增大

【答案】(1)　　+136 kJ·mol^{-1}　　反应ii速率较慢(活化能较大)，是反应Ⅰ的决速步骤　　80%

(2)生成CO中间体反应的活化能小，反应快；CO中间体能量低，稳定，利于生成

(3)$CaO(s)+CO_2(g)$ƒ $CaCO_3(s)$ $\Delta H<0$，温度升高K明显减小，$K=1/c(CO_2)$，温度升高平衡体系中$c(CO_2)$显著增大

(4)ACD

【解析】（1）①根据盖斯定律反应Ⅰ-反应ii可得$C_2H_6(g)=C_2H_4(g)+H_2(g)$

$\Delta H_1=(177-41)kJ/mol=136kJ/mol$；

②相比于提高c(C_2H_6)，提高c(CO_2)对反应Ⅰ速率影响更大，原因是反应ii速率较慢(活化能较大)，是反应Ⅰ的决速步骤，决定总反应速率的快慢，提高c(CO_2)，反应ii速率加快，从而提高反应Ⅰ速率；

③设CO_2(g)和C_2H_6(g)的物质的量分别为2mol和1mol,在800℃，CO_2的转化率为30%，反应量为$2mol\times30\%=0.6mol$，C_2H_6的转化率为75%，反应量为$1mol\times75\%=0.75mol$,由反应$CO_2(g)+C_2H_6(g)=C_2H_4(g)+H_2O(g)+CO(g)$可知，生成$C_2H_4$(g)的物质的量为0.6mol，

C_2H_4(g)的选择性为$\frac{0.6mol}{0.75mol}\times100\%=80\%$；

（2）由图可知，CO是CO_2活化的优势中间体，可能的原因是生成中间体反应的活化能小，反应快；CO中间体能量低，稳定，利于生成；

（3）$CaO(s)+CO_2(g)\rightleftharpoons CaCO_3(s)$ ΔH<0，温度升高K明显减小，K=1/ c(CO_2)，温度升高平衡体系中c(CO_2)显著增大；

（4）A．从图中可知，Fe^+反应前后质量和性质保持不变，所以是催化剂，FeO^+是反应过程的中间产物，故A正确；

B．该反应前后气体体积不变，增大压强平衡不动，故B错误；

C．每当有$14gN_2$生成时，即生成$0.5mol\,N_2$，根据反应方程式$N_2O+CO=N_2+CO_2$可知，转移了1mol电子，故C正确；

D．由图可知，反应物的总能量高于生成物的总能量，所以反应$N_2O+CO=N_2+CO_2$是放热反应，则N_2与CO_2转变成N_2O和CO的总过程，是吸热反应，温度升高，平衡常数K增大，故D正确；

故选ACD。

3．NO_x是空气的主要污染物之一，有效去除大气中的NO_x可以保护大气环境。含氮废水氨氮(以NH_3、NH_4^+存在)和硝态氮(以NO_2^-、NO_3^-存在)引起水体富营养化，需经处理后才能排放。

(1)空气中污染物NO可在催化剂作用下用NH_3还原。

①已知：$4NH_3(g)+5O_2(g)=4NO(g)+6H_2O(g)$； $\Delta H=-905.0kJ\cdot mol^{-1}$

$N_2(g)+O_2(g)=2NO(g)$； $\Delta H=180.5kJ\cdot mol^{-1}$

有氧条件下，NH_3与NO反应生成N_2，相关热化学方程式为

$4NH_3(g)+4NO(g)+O_2(g)=4N_2(g)+6H_2O(g)$； $\Delta H=$_____$kJ\cdot mol^{-1}$。

②NO氧化反应：$2NO(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO_2(g)$分两步进行，其反应过程能量变化如图1。

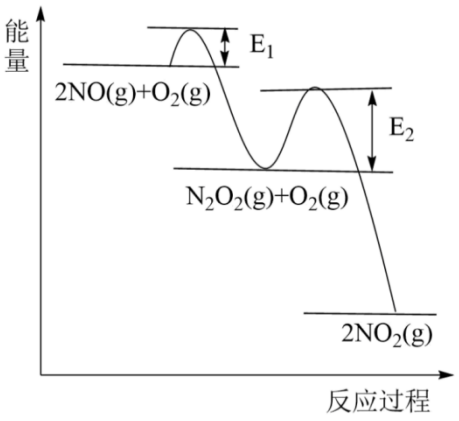


图1

反应Ⅰ．$2NO(g) \rightleftharpoons N_2O_2(g)$ ΔH_1；

反应Ⅱ．$N_2O_2(g)+O_2(g)=2NO_2(g)$ ΔH_2

化学反应速率由速率较慢的反应步骤决定。以上反应决定 NO 氧化反应速率的步骤是反应_(填“Ⅰ”或“Ⅱ”)。

③在恒容的密闭容器中充入一定量的 NO 和 O_2 气体，保持其他条件不变，分别控制反应温度分别为 T_3 和 $T_4(T_4>T_3)$，测得 c(NO)随 t(时间)的变化曲线如图 2。根据图像信息，转化相同量的 NO，在温度_____(填“T_3”或“T_4”)下消耗的时间较长。

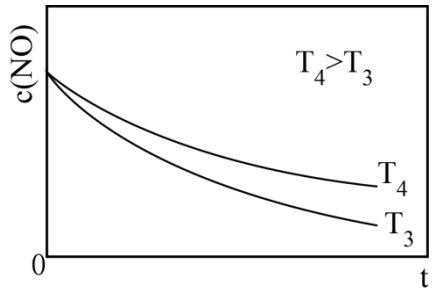


图2

(2)工业上含氮化合物污染物处理

①以 NO_2、O_2、熔融 $NaNO_3$ 组成的燃料电池装置如图 3 所示，在使用过程中石墨 I 电极反应生成一种氮的氧化物 Y，则该电池的负极反应式为_____。

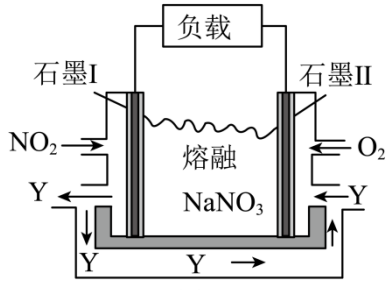


图3

②纳米铁粉可用于处理含氮废水。用纳米铁粉处理水体中的 NO_3^-，反应的离子方程式为 $4Fe+NO_3^-+10H^+=4Fe^{2+}+NH_4^++3H_2O$。相同条件下，纳米铁粉去除不同水样中 NO_3^-

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/496201042122010223