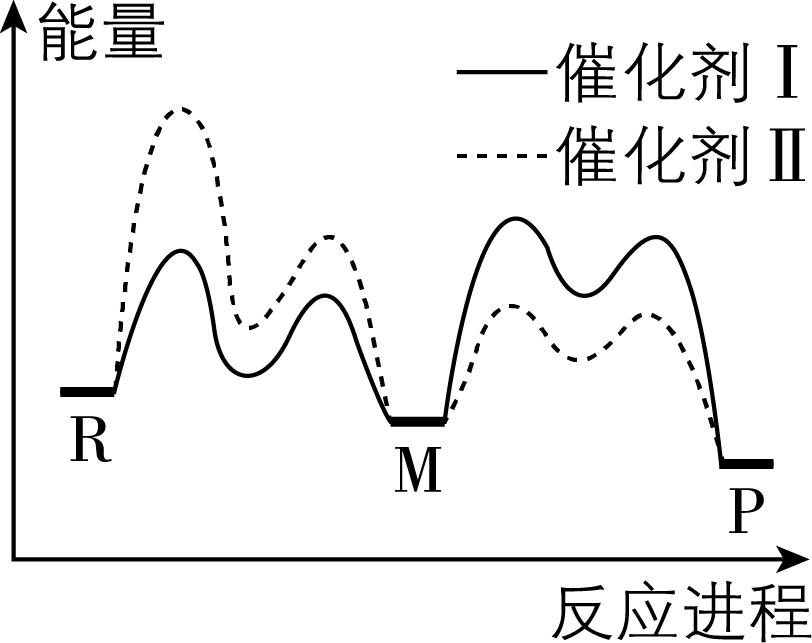
# 专题十 化学反应历程中的物质及能量变化

角度1　能量变化图像分析

**真题例析**

**例1** [广东2023·15，4分]催化剂Ⅰ和Ⅱ均能催化反应R(g) ⇌P(g)。反应历程(如图)中，M为中间产物。其他条件相同时，下列说法不正确的是(　　)



A．使用Ⅰ和Ⅱ，反应历程都分4步进行

B．反应达平衡时，升高温度，R的浓度增大

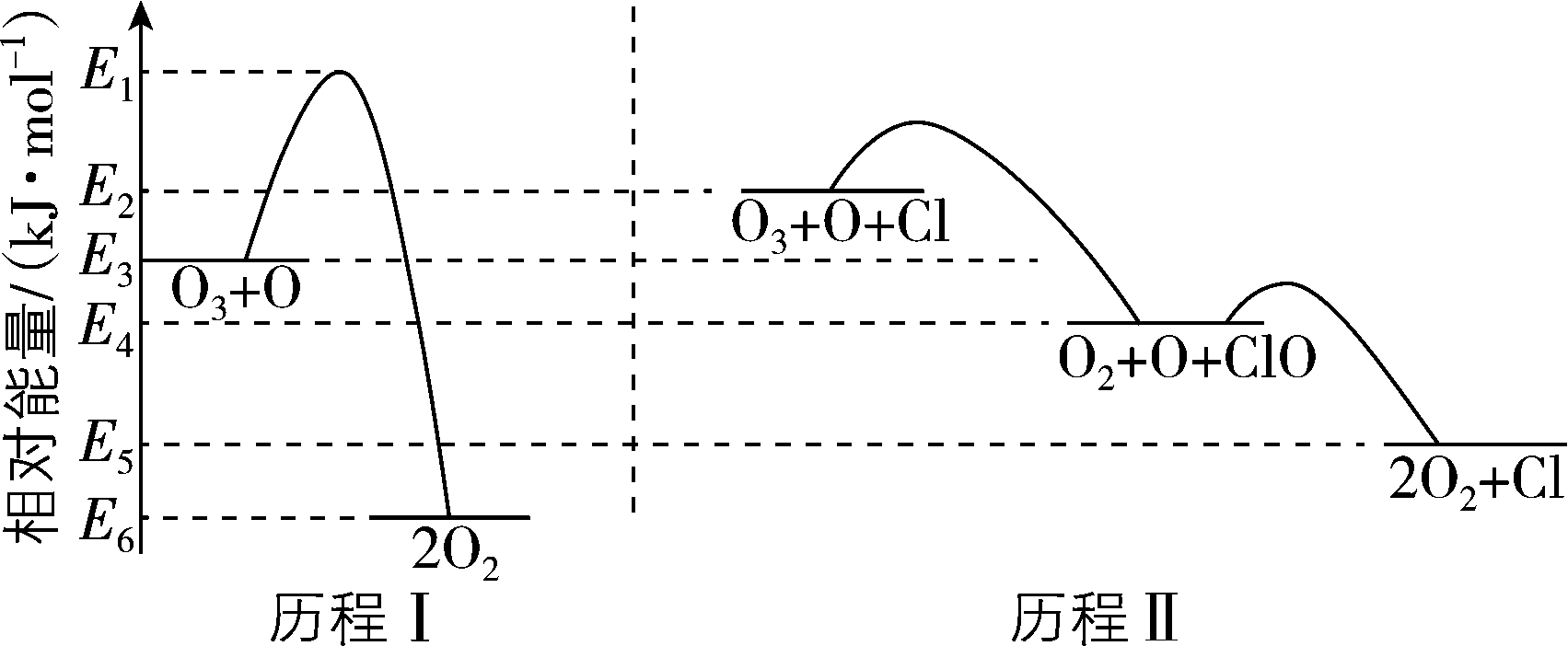
C．使用Ⅱ时，反应体系更快达到平衡

D．使用Ⅰ时，反应过程中M所能达到的最高浓度更大

**解析** 由题图可知，使用催化剂Ⅰ和Ⅱ，反应历程中均产生4个过渡态，即反应历程均分4步进行，A正确；由题图可知，R(g)⇌P(g)的正反应为放热反应，反应达到平衡时，升高温度，平衡逆向移动，R的浓度增大，B正确；由题图可知，使用催化剂Ⅱ时反应历程中最高活化能大于使用催化剂Ⅰ时反应历程中最高活化能，则使用催化剂Ⅰ反应速率更快，说明使用Ⅰ时反应体系能更快达到平衡，C错误；使用催化剂Ⅰ时，生成M的活化能较小，而M转化成P的活化能较大，则生成M的反应速率较快而M转化成P的反应速率较慢，从而使得M能达到的最高浓度更大，D正确。

**答案** C

**例2** [浙江2023年1月·14，3分]标准状态下，气态反应物和生成物的相对能量与反应历程示意图如下[已知O2(g)和Cl2(g)的相对能量为0]，下列说法不正确的是(　　)



A．*E*6－*E*3＝*E*5－*E*2

B．可计算Cl—Cl键能为2(*E*2－*E*3) kJ·mol－1

C．相同条件下，O3的平衡转化率：历程Ⅱ>历程Ⅰ

D．历程Ⅰ、历程Ⅱ中速率最快的一步反应的热化学方程式为ClO(g)＋O(g)===O2(g)＋Cl(g)　Δ*H*＝(*E*5－*E*4) kJ·mol－1

**解析** 结合图像分析，历程Ⅱ相当于历程Ⅰ在催化剂Cl(g)参与的条件下进行的反应，催化剂降低反应的活化能，但是不能改变反应的焓变，因此Δ*H*＝(*E*6－*E*3) kJ·mol－1＝(*E*5－*E*2) kJ·mol－1，A正确；已知O2(g)和Cl2(g)的相对能量为0(即*E*6＝0)，破坏1 mol Cl2(g)中的Cl—Cl键形成2 mol Cl，吸收的能量为2(*E*5－*E*6) kJ，结合*E*6－*E*3＝*E*5－*E*2，得2(*E*5－*E*6)＝2(*E*2－*E*3)，B正确；催化剂不能改变反应物的平衡转化率，因此相同条件下，O3的平衡转化率：历程Ⅱ＝历程Ⅰ，C错误；活化能越低，反应速率越快，由图像可知，历程Ⅱ中第二步反应的活化能最低，所以速率最快的一步反应的热化学方程式为ClO(g)＋O(g)=== O2(g)＋Cl(g)　Δ*H*＝(*E*5－*E*4) kJ·mol－1，D正确。

**答案** C

▶知识风暴

**解答过渡态、“能垒”图像题的关键点**

①反应热仅取决于反应物总能量和生成物总能量的相对大小，和反应历程无关，勿被复杂历程迷惑。

②注意活化能在图示中的意义：a.从反应物的能量至最高点(过渡态)的能量数值表示正反应的活化能(能垒)；b.从最高点(过渡态)的能量至生成物的能量数值表示逆反应的活化能(能垒)。

③催化剂只能影响正、逆反应的活化能(改变能垒)，而不影响反应的Δ*H*。

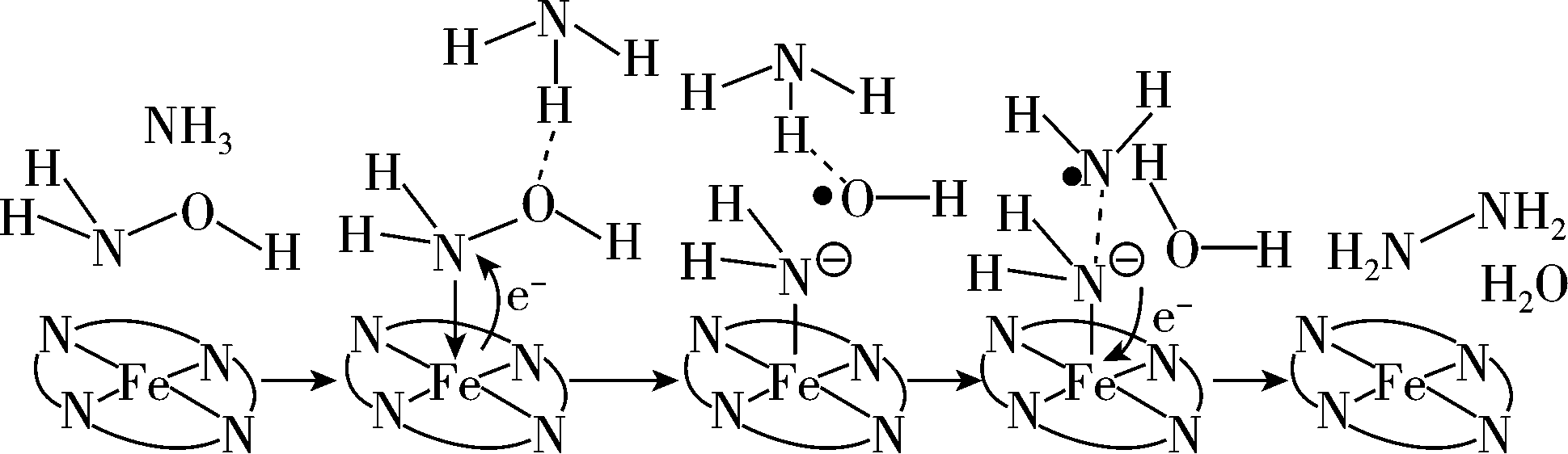
④涉及反应热的有关计算时，要注意图示中反应物和生成物的物质的量以及聚集状态。

⑤能量变化曲线中，活化能越大的反应，反应速率越慢。活化能最大的反应为整个反应的决速步骤。

角度2　物质变化图像分析

**真题例析**

**例3** [新课标2023·12，6分]“肼合成酶”以其中的Fe2＋配合物为催化中心，可将NH2OH与NH3转化为肼(NH2NH2)，其反应历程如图所示。



下列说法错误的是(　　)

A．NH2OH、NH3和H2O均为极性分子

B．反应涉及N—H、N—O键断裂和N—N键生成

C．催化中心的Fe2＋被氧化为Fe3＋，后又被还原为Fe2＋

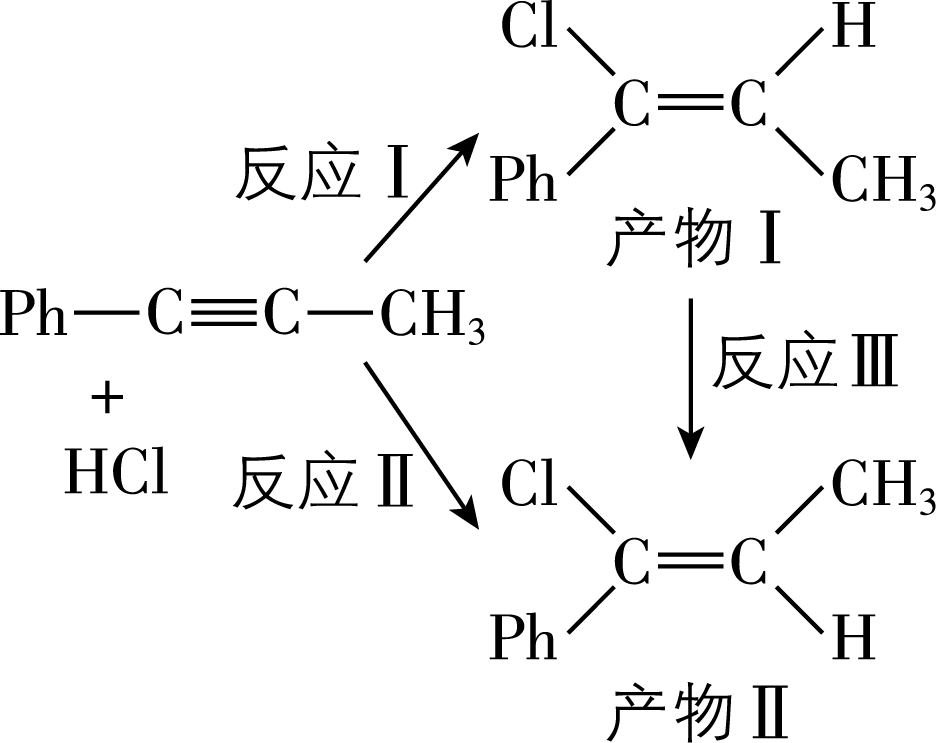
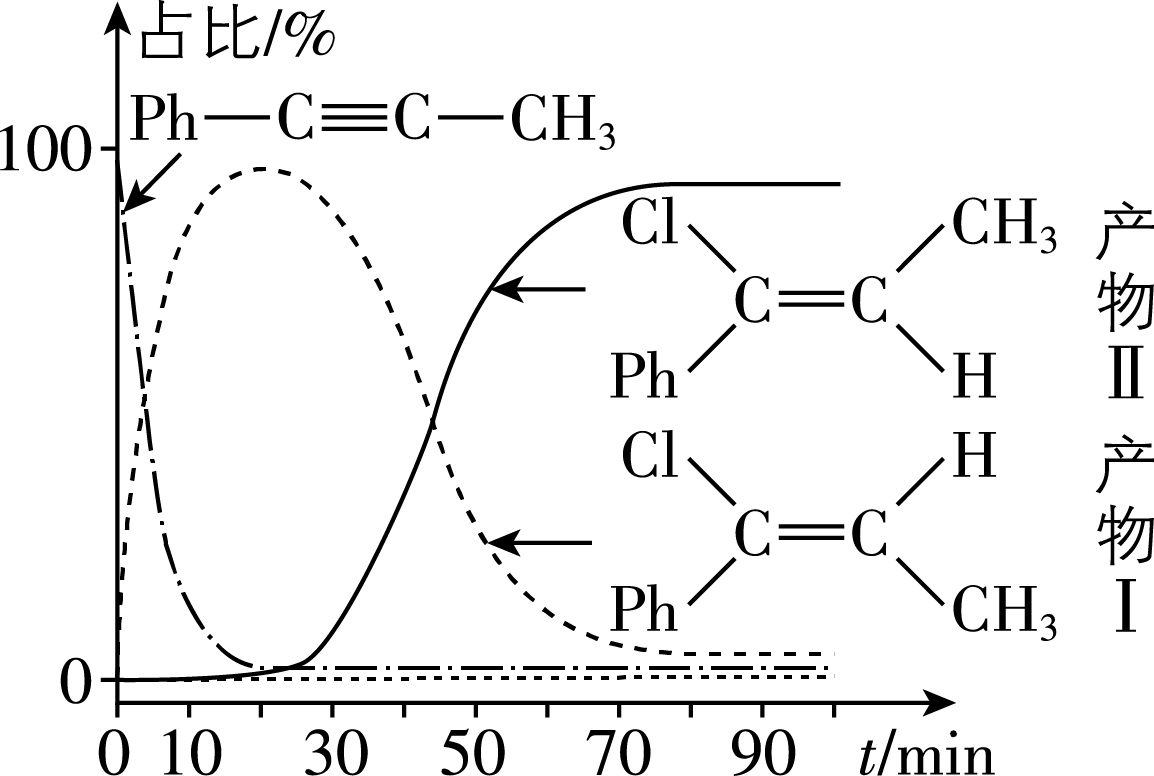
D．将NH2OH替换为ND2OD，反应可得ND2ND2

**解析**NH2OH、NH3、H2O分子中正、负电中心均不重合，均为极性分子，A正确；题图中第2步涉及N—O键断裂、第3步涉及N—H键断裂、第4步涉及N—N键生成，B正确；第2步中Fe2＋失去一个电子被氧化成

Fe3＋，第4步中Fe3＋得到一个电子被还原成Fe2＋，C正确；若将NH2OH替换为ND2OD，则产物为ND2NH2和HDO，D错误。

**答案** D

**例4**[浙江2023年6月·14，3分]一定条件下，1－苯基丙炔)可与HCl发生催化加成，反应如下：

反应过程中该炔烃及反应产物的占比随时间的变化如图(已知：反应Ⅰ、Ⅲ为放热反应)，下列说法不正确的是(　　)

A．反应焓变：反应Ⅰ>反应Ⅱ

B．反应活化能：反应Ⅰ<反应Ⅱ

C．增加HCl浓度可增加平衡时产物Ⅱ和产物Ⅰ的比例

D．选择相对较短的反应时间，及时分离可获得高产率的产物Ⅰ

**解析** 根据反应过程，反应Ⅱ＝反应Ⅰ＋反应Ⅲ，结合盖斯定律可得，Δ*H*2＝Δ*H*1＋Δ*H*3，因反应Ⅰ、Ⅲ为放热反应，即Δ*H*1<0、Δ*H*3<0，则Δ*H*1>Δ*H*2，A正确；根据题图可知，反应开始时在较短时间内生成较多的产物Ⅰ，产物Ⅱ生成量极少，说明反应Ⅰ活化能较小，更容易发生，B正确；若增加HCl浓度过大，HCl剩余过多，会降低产物Ⅱ和产物Ⅰ在平衡时所占的比例，C错误；较短的反应时间内，主要生成产物Ⅰ，及时将其分离出来，可提高产物Ⅰ的产率，D正确。

**答案**C

▶知识风暴

**催化反应机理分析策略**

侧重物质变化的反应机理图解题关键点

①未给出具体物质模型或给出微观模型，需将模型转化为具体物质，避免分析中混淆。

②确定物质：进入机理的箭头为反应物，离开机理的箭头为生成物；生成最终产物的步骤同样生成催化剂，其余为中间产物。

用H2制备H2O2的一种反应机理如图，写出总反应、催化剂、中间产物。



H2＋O2 H2O2 ；[PdCl4]2－；[PdCl2O2]2－和Pd