

基于分类思想分析势能图像问题

杨晓超

(齐齐哈尔大学附属中学 黑龙江 齐齐哈尔 161000)

摘 要: 利用分类思想对势能图像内容进行拆解、归类,与反应信息进行匹配获取解决问题的关键信息,并结合高考真题进行示例分析,以期帮助学生掌握该类试题本质、提高识图、析图用图能力。

关键词: 分类思想; 势能图像; 高中化学

势能图像是高考试题中常见考查载体,通过势能图像的分析,可以获取过渡态、活化能、基元反应、中间体、物质能量等基本物质信息,结合该信息可以进行反应热判定、反应速率判定、反应历程分析、催化剂选择等内容考查。在势能图像的基础上,结合物质的结构式可以考查反应过程成键关系,从微观角度认识反应发生本质。基于分类思想对图像内容进行拆解、归类。分解的内容

与考查内容相对应,结合已有知识进行合理化判定可以提升学生分析问题、解决问题能力^[1]。

一、势能图像拆解与信息归类

势能图像中主要包含物质能量大小关系、不同物质(包含过渡态)能量变化关系、反应历程等内容,通过以上信息分析可以判断反应历程、活化能、反应速率等信息。图像中信息与反应信息对应关系见表 1^[2]。

表 1 图像信息拆解分类表

图像内容示例	图像内容	图像内容描述	化学反应信息
	点	一般情况下第 1 个“峰”的左侧为反应物、峰顶为过渡态、2 个峰中间峰底为中间体,最后 1 个峰右侧为产物	各物质对应的坐标点可以用来比较物质能量大小关系,判断物质的稳定和反应热
	线	通常情况 1 个“峰”代表 1 个基元反应。连续的峰代表 1 个完整反应历程	拆解基元反应和辨析体系内存在反应历程关系
	区间	反应物和过渡态能量差值为正活化能(E_1),而反应物和产物之间能量差(E_2)为总反应热量变化	基于活化能可以比较基元反应速率快慢,寻找决速步等反应信息

二、典型高考试题分析

例题 1 (2024 北京卷) 苯在浓 H_2SO_4 和浓

HNO_3 作用下,反应过程中能量变化示意图如图 1 所示。下列说法不正确的是()。

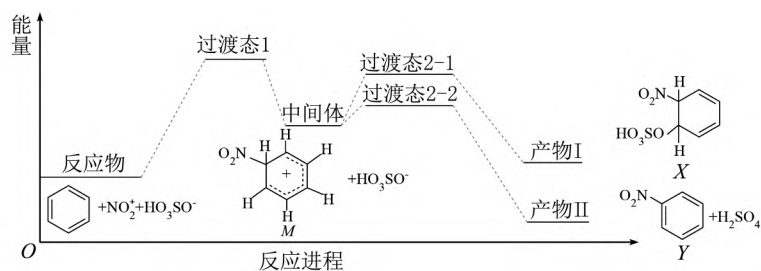


图 1 例题 1 附图

A. 从中间体到产物, 无论从产物稳定性还是反应速率的角度均有利于产物 II

B. X 为苯的加成产物, Y 为苯的取代产物

C. 由苯得到 M 时, 苯中的大 π 键没有变化

D. 对于生成 Y 的反应, 浓 H_2SO_4 作催化剂

试题评价 学生需要分析图像内容获取中间体、催化剂、反应物、产物、反应历程等信息。基于

以上信息, 学生结合问题内容进行正误辨析。该试题主要评价学生是否能够基于模型分析图像文字等信息获取关键信息, 结合问题内容与信息之间进行匹配辨析, 评价学生信息分析、提取能力及模型构建与应用能力水平。

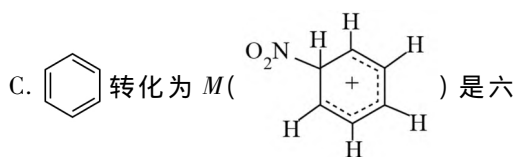
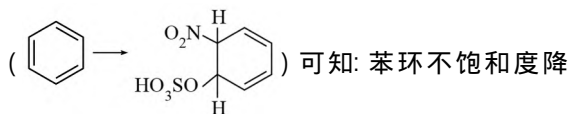
试题分析 通过对图 1 内容分析获得的信息见表 2。

表 2 2024 北京卷试题信息拆解

图像内容分类	反应信息
线	图像中有 2 个反应历程, 第 1 步基元反应是相同的, 第 2 步基元反应是不同的。因此第 2 步基元反应决定了 2 个历程速率快慢。 反应历程 1: <chem>c1ccccc1.[O-]N(=O)[O+].[OH-]S(=O)(=O)O>>[O-]N(=O)[C+]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O>>[O-]N(=O)[C]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O</chem> 基元反应 1: <chem>[O-]N(=O)[C+]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O>>[O-]N(=O)[C]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O</chem> 基元反应 2: <chem>[O-]N(=O)[C]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O>>[O-]N(=O)[C]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O</chem> 反应历程 2: <chem>c1ccccc1.[O-]N(=O)[O+].[OH-]S(=O)(=O)O>>[O-]N(=O)[C+]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O>>[O-]N(=O)[C]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O</chem> 基元反应 3: <chem>[O-]N(=O)[C+]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O>>[O-]N(=O)[C]1C=CC=CC=C1.[OH-]S(=O)(=O)O</chem>
区间	过渡态 2-1 的活化能 (E_1) 大于过渡态 2-2 的活化能 (E_2), 反应历程 2 的速率大于反应历程 1 的速率。

试题解析 A. 结合上面分析可知产物 II 的反应历程速率快,且产物 II 的能量比产物 I 的能量更低更稳定, A 选项正确;

B. 对照反应历程 1 的反应物和产物结构



D. 苯的硝化反应中浓 H_2SO_4 作催化剂, D 选项正确。

答案: C

例题 2 (2024 贵州卷) AgCN 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 可发生取代反应,反应过程中 CN^- 的 C 和 N 均可进攻 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$, 分别生成腈 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$) 和异腈 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NC}$) 2 种产物。通过量子化学计算得到的反应历程及能量变化如图 2 所示 (TS 为过渡态, I、II 为后续物)。

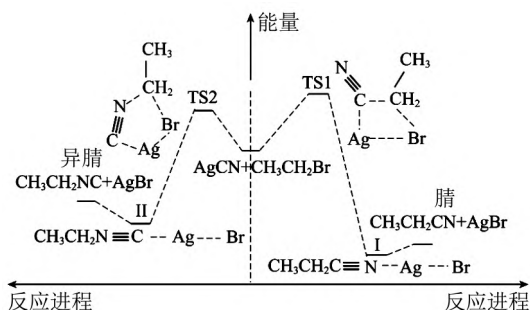


图 2 例题 2 附图

由图 2 所示信息, 下列说法错误的是()。

A. 从 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NC}$ 的反应都是放热反应

B. 过渡态 TS1 是由 CN^- 的 C 进攻 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 的 α -C 而形成的

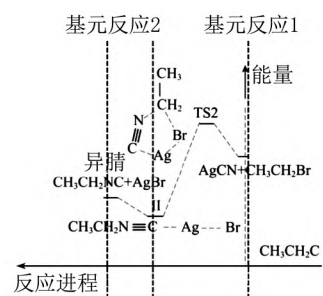
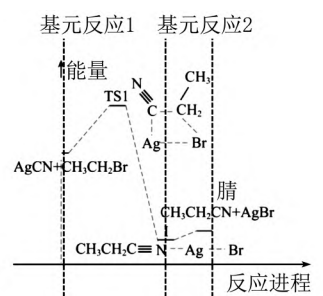
C. I 中 “ $\text{N} \cdots \text{Ag}$ ” 之间的作用力比 II 中 “ $\text{C} \cdots \text{Ag}$ ” 之间的作用力弱

D. 生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$ 放热更多, 低温时 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$ 是主要产物

试题评价 该题在图像呈现形式上, 相较于学生比较熟悉的图像有很大不同, 2 个反应历程以对称形式呈现。试题考查内容上较为常规, 主要涉及反应热、反应过程中化学键变化信息分析。主要评价学生信息分析与提取能力、反应热理解水平、推理能力水平。

试题分析 通过对势能图像(图 2)的拆解可知信息见表 3。

表 3 2024 贵州卷试题信息拆解

纵轴左侧图像信息	纵轴右侧图像信息
基元反应信息: 	基元反应信息: 
反应物能量大于产物能量左侧反应为放热反应	反应物能量大于产物能量右侧反应为放热反应

水溶液中多平衡体系试题解题策略

朱培良

(山大附中实验学校, 山东 菏泽 274100)

摘 要: 水溶液中微粒的行为包括电离、水解、沉淀溶解平衡等, 离子在水溶液中通常对应多个平衡关系。通过高考真题与经典试题的分析, 建构解题的溶质分析模型、图像分析模型, 同时对知识点的考查进行了变形分析与计算。模型的应用能帮助学生厘清设问与题干的关系, 提高解题的速度和准确度。知识模型的建构也有助于证据推理与模型认知核心素养的培养。

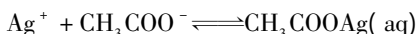
关键词: 多平衡体系; 图像分析; 模型建构; 高中化学

“物质在水溶液中的行为”包括电离、水解、沉淀溶解平衡等。鲁科版教材《化学反应原理》第三章详细阐述了弱电解质在水溶液中的行为, 并用相关的平衡常数表示反应进行的程度^[1]。该章节的知识涉及宏观辨识与微观探析、证据推理与模型认知、变化观念与平衡思想的学科核心素养, 同时也是高考题考查的重难点。2024 年山东卷化学试题将原属于多选题的水溶液平衡题目改设为单选题(第 10 题)。这种改动虽然降低了对水溶液类型试题的考查难度, 但学生的得分率仍

较低, 这部分知识的复杂性及与其它模块的关联性仍需要重视。

一、真题解析, 追根溯源

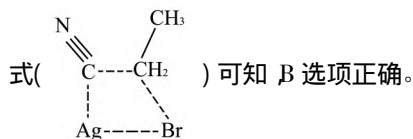
题目 (2024 年山东卷题 10) 常温下 $\text{Ag}(\text{I}) - \text{CH}_3\text{COOH}$ 水溶液体系中存在反应:



平衡常数为 K 。初始浓度 $c_0(\text{Ag}^+) = c_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 所有含碳物质的摩尔分数与 pH 变化关系如图 1 所示(忽略溶液体积变化)。下列说法正确的是()。

► 试题解析 A. 结合分析内容可知 2 个反应历程均为放热反应, A 选项正确。

B. 对比反应物 ($\text{AgCN} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$) 和 TS1 结构



C. 中间产物 II 的能量高于中间产物 I, 中间产物 II 稳定性低于中间产物 I, 从结构来看二者主要结构差异: 中间体 II 有 $\text{C} \cdots \text{Ag}$ 作用、中间体 I 有 $\text{N} \cdots \text{Ag}$ 作用。结合物质稳定性可知 $\text{C} \cdots \text{Ag}$ 稳定性不如 $\text{N} \cdots \text{Ag}$, C 选项正确。

D. 结合分析可知虽然产生 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$ 放出热量更多, 但反应的活化能高, 低温时反应速率慢, D 选项错误。

答案: D

三、备考建议

1. 解析课标, 精研教材

通过解读课标, 能够清晰地了解到考查的具

体要求, 明确试题命题情景内容方向。从而更全面、深入地理解教学内容。

2. 实战演练, 教材相辅

通过研做真题, 可以熟悉考试题型和难度, 归纳出考查内容的特点和趋势, 寻找命题上的创新点。促进学生的关键能力提升^[3]。

3. 归纳模型, 辩证应用

基于考查内容形式和特点, 引导学生构建信息分析模型、解决问题模型。通过做高考真题等试题对模型进行应用, 同时针对不同问题对模型进行改编、适配。在实践过程培养和提升学生辩证思维能力, 促进学生解决问题能力的提升。

参考文献:

- [1] 《高考研究报告》委员会. 高考关键能力解析(2025) [M]. 北京: 首都师范大学出版社, 2024: 129 - 131.
- [2] 李智. 化学反应中的能量变化图像的分析方法 [J]. 数理化解题研究, 2024(31): 136 - 138.
- [3] 李俊. 基于教材二次开发的“化学反应与能量”教学 [J]. 中学化学教学参考, 2024(17): 17 - 20.