

物理化学课程思政教学设计

——以“温度对反应速率的影响”为例

方瑞梅 许晗宇 蒋彦可 卓琳 谷德银
重庆工商大学 环境与资源学院, 重庆 400067

[摘要] 大力推进课程思政建设是全面贯彻落实立德树人根本任务的重要举措。物理化学是理工科专业如应化、化工、材料、纺织、制药、食品、环境、冶金、石油工程、自动化等专业必修的专业基础课。课程具有丰富的思政教学资源,为思政内容的挖掘提供了肥沃的土壤。文中以“温度对反应速率的影响”教学内容为例,深度挖掘提炼理论知识与思政内容的契合点,阐述润物无声式的思政教学设计思路,希望能对物理化学课程思政教学改革工作提供一些实用的参考价值。

[关键词] 物理化学; 课程思政; 反应速率

DOI: 10.33142/fme.v6i4.16221

中图分类号: G642

文献标识码: A

Design of Ideological and Political Education in Physical Chemistry curriculum —Taking "The Effect of Temperature on Reaction Rate" as an Example

FANG Ruimei, XU Hanyu, JIANG Yanke, ZHUO Lin, GU Deyin

School of Environment and Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China

Abstract: Vigorously promoting the construction of ideological and political education in the curriculum is an important measure to comprehensively implement the fundamental task of cultivating morality and talents. Physical chemistry is a compulsory foundational curriculum for science and engineering majors such as applied chemistry, chemical engineering, materials science, textile, pharmaceutical, food, environment, metallurgy, petroleum engineering, automation, etc. The curriculum has abundant ideological and political teaching resources, providing fertile soil for the exploration of ideological and political content. Taking the teaching content of "The Influence of temperature on reaction rate" as an example, this article deeply explores and extracts the points of integration between theoretical knowledge and ideological and political content, and elaborates on the design ideas of silent ideological and political teaching, hoping to provide some practical reference value for the reform of ideological and political teaching in physical chemistry curriculum.

Keywords: physical chemistry; curriculum ideology and politics; reaction rate

2018年9月10日;习近平总书记在全国教育大会上强调:“要努力构建德智体美劳全面培养的教育体系;形成更高水平的人才培养体系。要把立德树人融入思想道德教育、文化知识教育、社会实践教育各环节;贯穿基础教育、职业教育、高等教育各领域;学科体系、教学体系、教材体系、管理体系要围绕这个目标来设计;教师要围绕这个目标来教;学生要围绕这个目标来学”^[1]。围绕“立德树人”这一根本任务;高校需更加注重对学生的思想政治引导;不断拓宽教育渠道、改革教育方法;以达到全员、全过程、全方位育人的“三全育人”要求^[2]。课程思政是围绕立德树人这一根本目标而进行的全方位的教学模式改革;不仅要求教师要将思想政治基础理论知识融入专业课程;而且还要注重专业课程本身的学科思维、科学素养与创新精神的培养;这就要求教师关注课程思政的方式和方法;在各个教学环节中精雕细琢、巧妙设计、循循善诱地激活学生;通过知识传授与能力培养润物无声地融入价

值塑造;实现“立德树人”。2024年5月;习近平总书记对学校思政课建设作出重要指示强调;新时代新征程上;思政课建设面临新形势新任务;必须有新气象新作为。守正创新推动思政课建设内涵式发展;不断提高思政课针对性和吸引力;不断开创新时代思政教育新局面;努力培养更多让党放心、爱国奉献、担当民族复兴重任的时代新人^[3]。

1 课程思政融入物理化学课程的意义

大学生思想政治的学习不能局限于传统思想政治理论课程,如《马克思主义基本原理概论》《毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论》《中国近代史纲要》《思想道德修养与法律基础》《形势与政策》等课程。专业课程为思想政治学习提供了肥沃的土壤,在专业课程课堂讲授过程中自然而然地引入思想政治理论知识,以潜移默化的教学方式,激发学生学习兴趣,强化学生对思政基础知识认识,引入学科思维、科学素养等课程思政内容,从而全面落实“立德树人”的目标。

《物理化学》课程是理工科专业如应化、化工、材料、纺织、制药、食品、环境、冶金、石油工程、自动化等专业必修的专业基础课。物理化学是化学学科的一个分支，该课程经过几个世纪的发展，已经衍生出化学热力学、化学动力学、结构化学、量子化学、电化学、催化化学、光化学、表面化学、胶体化学、传统热力学等分支。物理化学是一门理论性很强的课程，被誉为“化学中的哲学”，该课程具有丰富的思政教学资源，如：科学发展史、科学家故事、中国传统文化元素以及最新前沿科研成果等^[4]，这为课程思政的开展提供了肥沃的土壤。

2 课程思政融入物理化学课程的设计

本文以《物理化学核心教程》(第三版)中第七章化学反应动力学第三节温度对反应速率的影响为例，探究在物理化学课堂教学中融入课程思政。本章节围绕范特霍夫近似规律、阿伦尼乌斯经验式、活化能、温度对速率影响的热力学分析四个部分内容展开。

第一部分内容介绍范特霍夫近似规律，在讲解范特霍夫近似规律之前，教师先引入著名化学家范特霍夫的故事^[5]。范特霍夫于 1852 年出生于荷兰鹿特丹一个医生家庭，上中学时就迷上了化学，经常从事小实验，曾拜德国有机化学家凯库勒和法国医学化学家武兹为师，22 岁获荷兰乌德勒支大学博士学位。范特霍夫首次提出碳原子具有四面体构型的立体思想，弄清了有机物旋光异构的原因，开创了立体化学的新领域。在物理化学方面，他研究过质量作用定律，发展了近代溶液理论，包括渗透压、凝固点、沸点和蒸气压理论，并用相律研究盐的结晶过程。他将热力学应用于化学平衡，并提出了近代化学中亲和力的概念。主要著作有《空间化学引论》《化学动力学研究》《数量、质量和时间方面的化学原理》等，其中《化学动力学研究》被认为是物理化学的奠基之作，其中描述了一种利用图形来确定反应顺序的新方法。与德国化学家奥斯特瓦尔德共同创办了第一本《物理化学杂志》。1901 年，范特霍夫因溶液渗透压和化学动力学的研究成果荣获首届诺贝尔化学奖。教师将人物故事作为思政元素引入课程教学，引导学生感受科学家追求真理、坚持不懈、持之以恒的精神，激发学生的科研兴趣，引导学生在科学道路上实事求是、发奋图强。随后自然而然引出范特霍夫近似规律：在通常的反应温度范围内，温度每升高 10K，反应速率将增至原速率的 2~4 倍，用公式表示为：

$$\frac{k(T+10K)}{k(T)} = 2 \sim 4 \quad (1)$$

该公式揭示了温度与速率之间的半定量关系，这一规律最早是由范特霍夫提出来的，该近似规律虽然略显粗糙，但在设计反应器作估算时还是很有用的，以例题 7.7 为例

讲解范特霍夫近似规律的应用。

第二部分内容是阿伦尼乌斯经验式，温度对反应速率的影响是比较复杂的，如果用速率对温度作图，可以得到如下图 1 所示的五种类型的关系曲线。这部分内容可以先让学生来描述五种关系曲线上反应速率随温度的变化趋势，教师再补充相应曲线对应的反应这样的方式讲解，增强教师和学生之间的课堂互动。例如，(a) 图显示，反应速率随着温度的升高呈指数关系上升，大部分反应属于这一类型。阿伦尼乌斯经验式主要讨论这种类型的反应。(b) 图显示，在反应开始时，速率随温度的升高变化不大，当达到一定温度极限时，反应速率几乎呈直线上升，这时反应以爆炸的方式极快地进行，爆炸反应属于这种类型。(c) 图反应了，开始时反应速率随着温度的升高呈指数式上升，但到达一定温度时，速率反而下降，酶催化和多相催化反应属于这种类型。(d) 图曲线前半段与 (c) 图类似，继续升高温度，速率又开始增加，这可能是高温下发生了一个与开始反应不同的副反应，在有机化合物的加氢、脱氢反应中可以观察到这种情况。(e) 图显示随着温度的升高，反应速率一直呈现下降趋势，这种情况比较反常，主要发生在一氧化氮氧化为二氧化氮的反应中。

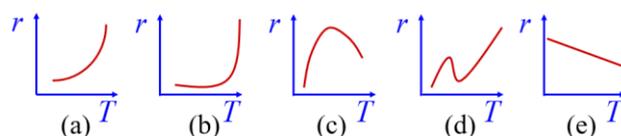


图 1 反应速率与温度关系的五种类型

阿伦尼乌斯根据大量实验数据，在范特霍夫近似规律的基础上，详细研究了 (a) 图反应速率与温度的关系，可以表示为：

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2} \quad (2)$$

这一关系式称为阿伦尼乌斯经验式的微分式，后来人们把活化能的定义式写为：

$$E_a = RT^2 \frac{d \ln k}{dT} \quad (3)$$

对微分式作不定积分和定积分，分别得到阿伦尼乌斯经验式的不定积分式和定积分式分别为：

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}, \quad \ln \frac{k(T_2)}{k(T_1)} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (4)$$

其中不定积分式可以用指数形式表示，即^[6]：

$$k = A \exp \left(-\frac{E_a}{RT} \right) \quad (5)$$

在讲解阿伦尼乌斯经验式的四种表述形式时，同时完成本节第三部分内容活化能的讲解，基元反应的活化能是有明确的物理意义的，目前比较统一的是采用托尔曼 (Tolman) 的统计说法，从反应物到生成物，必须经过一个活化状态，基元反应的活化能等于活化分子的平均能量与反应物分子平均能量的差值。基元反应活化能如下图 2

所示。从图可以看到，在放热反应中，生成物分子的平均能量小于反应物分子的平均能量，而在吸热反应中，生成物分子的平均能量大于反应物分子的平均能量。从活化能角度分析放热反应和吸热反应的区别。同时讲述活化能的计算方法。

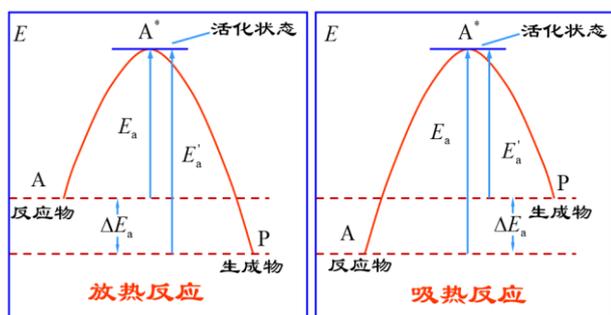


图2 基元反应活化能示意图

在讲解完阿伦尼乌斯经验式和活化能的内容后，教师讲述一下著名科学家阿伦尼乌斯博士论文的故事，阿伦尼乌斯 1859 年出生于瑞典乌普萨拉，他在化学领域取得了卓越的成就，同时提出了酸、碱的定义，解释了反应速率于温度的关系，提出活化能的概念及与反应热的关系等，于 1903 年荣获诺贝尔化学奖，成为瑞典第一位获此科学大奖的科学家。科学家的研究成果不是总能顺利得到世人认可，阿伦尼乌斯 1884 年获乌普萨拉大学博士学位，他的博士论文题目是《电解质的导电行为》，“电离学说”就是他的博士学位论文，他的论文当时颇有争议，学位都可能难以拿到，面对母校老师的讽刺和学术委员会的否决，阿伦尼乌斯始终保持自信，不断修改和完善自己的论文，将论文寄给其他化学家寻求认可，也因此得到了奥斯特瓦尔德和范特霍夫的大力支持，后来终于被大家所承认。教师在讲述课堂内容中恰当地引入人物故事，可以提高学生的学习兴趣，教材里面的各种公式结论仿佛变得鲜活起来，借此启发学生自信是推动我们克服困难、实现目标的重要动力，在科学研究中，坚持自己的见解和主张是非常重要的，只有通过不断地坚持和努力，才能获得成功。

本节第四部分内容是温度对速率影响的热力学分析，对于一般化学反应，活化能的值通常为 $40\sim 400\text{ kJ/mol}$ ，反应速率随着温度的升高而增大，阿伦尼乌斯指数式也能反映这一结论，但是，从热力学角度分析却有两种情况，如果是吸热反应，升高温度，平衡常数增大，升高温度有利于正向反应，但对于放热反应，升高温度，平衡常数下降，说明升温对正向反应不利。在工业生产中，要从热力学和动力学两个方面综合考虑，既要保证高的反应速率，又不能使平衡转化率太低。例如合成氨反应，该反应是放热反应，升高温度会使平衡常数变小，但是在常温下反应速率又太慢，在实际工业上目前还是采取适当升高温度，

以保证单位时间的产量。虽然升高温度会使平衡转化率有所下降，但工业上采取在反应还没达到平衡时，就将反应混合物调离反应区，将未反应的原始气与产物分离后循环使用。教师可以从合成氨工业延伸到韩国“尿素荒”事件，开展课程思政，2004 年，韩国经历了令人震惊的“尿素荒”事件，尿素在韩国主要用于柴油车、农业、化工、纺织业、建筑业等。韩国尿素每年消耗量约 20 万吨，其中 97.6% 都依赖中国，当中国尿素出口量减少后，韩国顿时陷入“尿素荒”。韩国虽然科技先进，但没能自己生产尿素。这并非因为韩国没有意识，而是因为技术和资源两方面的问题。尿素生产工艺复杂，需要极高的温度和压力，设备得非常安全。而且，尿素制造需要用到很多煤炭和天然气，而韩国土地有限，资源不足，无法满足这些需求。相比之下，中国的尿素年产量超过 6000 万吨，在全球范围内拥有绝对优势，仅凭“溢出”的产能就足以满足韩国的需求。韩国的“尿素门”事件，暴露出许多小国在全球化时代面临的共同困境：供应链命脉掌握在他人手中。借此思政案例可以激发学生民族自豪感和自信心，增强爱国情怀，祖国的繁荣富强需要我们每一个人的努力，引导学生树立正确的人生观、价值观和世界观，发愤图强，扎根并深耕于各行各业。

3 结束语

以“温度对反应速率的影响”为例的物理化学课程思政教学设计，从科学家故事、化工生产工业等方面深入挖掘思政元素，设计了课程思政教学案例。充分发挥物理化学课程的育人功能，让枯燥的理论学习转化为生动有趣的知识盛宴。教学不仅使学生掌握了理论知识，还坚定了学生的理想信念，激发了学生民族自豪感和爱国主义情怀，增强了学生的责任担当意识，实现了理论教学与思想政治教育的有机统一。新时代背景下，我们还需不断完善物理化学与课程思政融合的方式、方法，在物理化学这片肥沃的土壤中不断挖掘课程思政资源，完善课程思政考核标准，构建系统的物理化学课程思政教学体系，以期能够顺应时代的变化，更好地培养社会主义的优秀建设者和接班人。

基金项目：重庆市高等教育教学改革研究项目（242054）；重庆市科委自然科学基金面上项目（CSTB2024NSCQ-MSX0464）；重庆市教育委员会科学技术研究项目（KJQN202300821）。

【参考文献】

- [1] 习近平. 习近平在全国教育大会上强调坚持中国特色社会主义教育发展道路培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人[J]. 党建, 2018(10): 4-6.
- [2] 张雅洁, 金浩, 朱学伸, 等. “课程思政”与物理化学智慧课堂的融合探索——以可逆电池为例[J]. 云南化工, 2020(47): 166-168.

[3] 张晓明. 坚持立德树人导向实现思政课高质量发展 [EB/OL]. (2025-2-27) [2025-03-19], <https://szzx.hunnu.edu.cn/info/1003/12356.htm>.

[4] 王旭珍, 王新平, 王新葵, 等. 大道至简, 润物无声——物理化学课程思政的实践 [J]. 大学化学, 2019, 34(11): 77-81.

[5] 陆根书, 梁瑞. 知识生产模式转型下博士生培养模式变

革: 国际经验和本土探索 [J]. 高等工程教育研究, 2023(6): 173-178.

[6] 董媛, 杨明. 大学化学课程中化学动力学的理论与实践相结合的教学模式探索——以阿伦尼乌斯公式与催化剂应用为例 [J]. 当代化工研究, 2023(23): 136-138.

作者简介: 方瑞梅 (1986—), 女, 博士研究生, 副教授, 主要研究方向为环境催化与大气污染控制。