

# 5E教学模式在“物理化学”课程中的初步探索

孙悦, 王欣怡, 刘彬, 桑育黎, 王欣, 吕晶\*

辽宁大学药学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2024年10月18日; 录用日期: 2024年12月23日; 发布日期: 2024年12月31日

## 摘要

“物理化学”作为药学专业的必修课程之一, 在传统的教学模式下, 由于内容复杂、理论性和抽象性较强, 对学生逻辑性要求较高等原因, 很难引起学生兴趣, 课堂积极性不高。为解决上述问题, 本文进行了5E教学模式课程改革研究, 并阐述5E教学模式的各个环节特点, 分析5E教学模式的优点。以“热力学第一定律对理想气体的应用”一节为例进行探究其在制药工程专业教学中的实际应用效果, 同时对比了应用5E教学模式前后学生成绩, 证明该教学模式可有效提高学生课堂积极性, 可以大规模应用于教学。

## 关键词

物理化学, 5E教学模式, 课程改革

# A Preliminary Exploration of the 5E Teaching Model in “Physical Chemistry” Course

Yue Sun, Xinyi Wang, Bin Liu, Yuli Sang, Xin Wang, Jing Lyu\*

College of Pharmacy, Liaoning University, Shenyang Liaoning

Received: Oct. 18<sup>th</sup>, 2024; accepted: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2024; published: Dec. 31<sup>st</sup>, 2024

## Abstract

As one of the compulsory courses for pharmacy majors, “Physical Chemistry”, under the traditional teaching mode, it is difficult to arouse the interest of students and their enthusiasm in the classroom due to the complexity of the content, strong theoretical and abstract, and the high demand for students' logic. In order to solve the above problems, this paper conducts a research on the curriculum reform of the 5E teaching mode curriculum reform. And it describes the characteristics of each link

\*通讯作者。

of the 5E teaching mode, analyzes the advantages of the 5E teaching mode compared with the traditional teaching mode, and takes the section “application of the first law of thermodynamics to ideal gases” as an example to explore the practical application of its effect in physical chemistry, comparing the results of students’ performance before and after the application of the 5E teaching mode, and comparing the results of students’ performance before and after the application of the 5E teaching mode. Comparing the students’ performance before and after the application of 5E teaching mode, it proves that the teaching mode can effectively improve the students’ enthusiasm in the classroom and can be applied to teaching on a large scale.

## Keywords

Physical Chemistry, 5E Teaching Model, Curriculum Reform

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

当前,我国高等教育在经历了规模上的长足发展后,进入了迫切需要提升质量和内涵的“高质量时代”。建设“高质量高等教育体系”无疑是现阶段我国高等教育发展的核心要求和目标取向,也是我国构建高等教育强国、实现高等教育现代化的必由之路[1]。办好高等教育,关系到国家发展和民族未来;教育兴则国家兴,教育强则国家强。高等教育作为培养人才的重要手段,必须适应新时代不断变化的社会需求。自党的十八大以来,我国高等教育与祖国同步发展,与时代共同进步,在不断满足人民群众对高等教育的需求方面迈出坚实步伐,创造了举世瞩目的发展成就[2]。随着社会的不断进步和科学技术的飞速发展,学生对知识的需求也发生了翻天覆地的变化。传统课程的内容和形式已经无法满足学生的需求,因此课程改革势在必行。

物理化学是一门将物理学和化学原理相结合的基础学科。传统的物理化学课程通常侧重于理论概念和数学计算,往往忽视实际应用和跨学科的联系。本文旨在探讨物理化学课程改革的必要性,并提出一种既涵盖理论理解又包括实际应用的综合教学方法。

## 2. 物理化学教学现状和存在问题

“物理化学”是药学专业必修的重要基础课,在培养学生的知识、能力和专业素质目标方面起着承上启下的关键作用。学好“物理化学”的学生,在未来的学习中更容易触类旁通、自主深造[3]。物理化学课程包括热力学基础、化学热力学和电化学等部分,具有高度的系统性[4]。药学专业的物理化学课程内容,一方面重视化学热力学和化学动力学的学习;另一方面,为了铺垫后续专业课程的学习,更侧重强化对电化学、表面现象、溶胶及大分子化合物章节的学习、掌握与应用[3]。

物理化学课程逻辑性和抽象性较强,学生普遍认为课程枯燥且难以理解,课堂参与度较低,导致对原理的认识不足,理解不够深入,做题时往往只是一味地“套公式”。许多大学课堂仍采用传统的讲授法,教师在讲授过程中仍以知识传播为主,而不是注重知识的分析评价和学生探究能力的提升,缺乏互动和学生参与[6]。这种单向的知识传递方式可能导致学生注意力不集中、参与度低,难以激发他们的学习兴趣和主动性。课程的内容过于理论化,与实际应用和就业市场需求脱节。学生在课堂上学到的知识难以在现实中应用,导致学习动力下降。同时高等教育普及化导致接受高等教育的人数越来越多,课堂

规模过大,尤其是物理化学这种基础课程,往往学生基数较大[7]。大班授课使得教师难以关注到每个学生的学习情况,也限制了师生之间的互动和个性化指导,由于师生之间缺乏沟通,对话式教学、自主式学习、翻转课堂、探究式学习等良好的教学模式并不能有效地运用到实际的教学中来[1]。学生在知识基础、学习能力和兴趣等方面存在差异,传统的教学设计和方法往往难以满足所有学生的需求。一刀切的教学方法可能导致部分学生无法跟上进度或感到课程内容过于难懂而失去兴趣[8]。此外,大部分高校的物理化学课程仍然主要依赖期末考试进行评估,忽视了过程性评价和多元化评价方式。这种单一的评价方式难以全面反映学生的学习过程和能力发展,也可能引发应试教育倾向。

### 3. 5E 教学模式概述

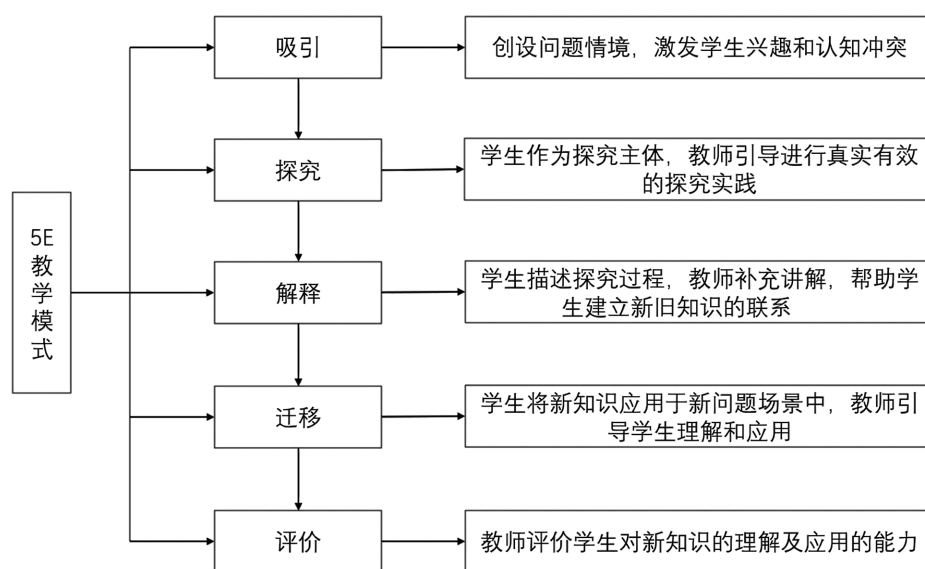


Figure 1. Flow chart of 5E teaching model  
图 1. 5E 教学模式流程图

5E 教学模式是美国生物学课程研究(BSCS, 1989)开发的一种基于建构主义教学理论的模式,是 BSCS 课程的一个重要特征[9]。自上世纪 80 年代末以来这种教学模式就在 BSCS 的总课程设计中被应用,并占据着十分重要的地位。它描述了一种可用于总体课程、具体学科课程或单节课的教学程序,是一种旨在引起学生学习兴趣的有效教学模式和方法[10]。该模式以五个阶段命名,分别是“吸引”(Engagement)、“探究”(Exploration)、“解释”(Explanation)、“迁移”(Elaboration)和“评价”(Evaluation)。作为一种基于探究学习的教学策略,5E 教学模式近年来在教育领域得到了广泛关注和应用[11]。它强调学生的主体性和主动性,旨在培养学生的科学素养、探究能力、创新思维和合作能力。5E 教学模式注重学生的主动探究[12]。在传统教学模式中,学生往往处于被动接受的地位,而 5E 教学模式则鼓励他们主动参与学习过程,通过探索和实验来发现和理解知识。这种学习方式不仅能够激发学生的学习兴趣 and 好奇心,还能够培养他们的独立思考和解决问题的能力[13]。5E 教学模式也有助于培养学生的创新思维。在探究学习过程中,学生需要不断尝试新的方法和思路,从而培养他们的创新思维和创造力。通过扩展和应用阶段的学习,学生能够将所学知识应用到实际生活中,进一步锻炼他们的创新实践能力。此外,5E 教学模式还强调合作学习的重要性。在小组合作过程中,学生需要相互协作、共同解决问题,这有助于培养他们的团队合作意识和能力。同时,通过与他人交流和分享,学生还能够拓展自己的视野和思路,进一步提高学习效果。5E 教学模式也注重知识的理解和应用。通过解释和扩展阶段的学习,学生能够深入理解

科学概念和原理，并能够将所学知识应用到实际生活中。这种学习方式不仅能够帮助学生加深对知识的理解和记忆，还能够提高他们的知识迁移和应用能力[14]。5E 教学模式还具有很好的适应性。它可以根据不同的学科和教学内容进行灵活调整和应用，适用于各个年级和层次的学生。此外，5E 教学模式还强调学生的个体差异和多样性，鼓励教师根据学生的实际情况进行个性化教学。5E 教学模式具有诸多优点，能够帮助学生提高学习效果和综合素质。然而，在实际应用中，教师还需要根据学生的实际情况和学科特点进行灵活调整和优化，以充分发挥 5E 教学模式的潜力。图 1 为 5E 教学模式的流程图。

## 4. 5E 教学模式在物理化学课程改革中的应用

### 4.1. 吸引阶段

这个阶段是教学模式的起始环节，主要目标是激发学生的兴趣和好奇心，促使他们主动参与学习。教师可以通过提出与现实生活相关的问题、展示引人入胜的现象或讲述有趣的故事等方式，来吸引学生的注意力，并引发他们对即将学习的内容的兴趣和探究欲望。在物理化学课程中，教师可以通过播放相关视频、展示实验现象等方式，吸引学生的注意力，激发学生的学习兴趣。教师也可以根据教学内容设置问题情境，引导学生主动思考和探究。

### 4.2. 探究阶段

在探究阶段，学生成为学习的主体，而教师则扮演引导者和支持者的角色。学生通过实验、观察、调查等探索性活动来发现知识、提出问题，并尝试解答这些问题。教师设计合理的探究任务，引导学生深入探索学习内容，并鼓励他们进行交流和合作。教师通过实验、观察、讨论等方式引导学生自主发现物理化学现象和规律。教师可以提供必要的实验器材和资料，让学生在实践中学习和探索。同时，教师需要关注学生的探究过程，及时给予指导和帮助。

### 4.3. 解释阶段

解释阶段是总结和提炼学生探究过程和结果的关键环节。学生需要用自己的语言来解释他们的发现、理解概念或阐述原理。教师可以通过引导学生进行讨论、分享经验或进行小组汇报等方式，帮助学生深入理解学习内容，并培养他们的表达能力。教师可以帮助学生梳理探究过程中发现的现象和规律，并引导学生用科学的语言进行解释和表述。教师也可以通过讲解、讨论等方式，帮助学生深入理解物理化学知识。

### 4.4. 迁移阶段

在迁移阶段，学生需要将所学知识应用到新的情境或问题中，以检验他们的理解和应用能力。教师可以通过设计具有挑战性的任务或问题，鼓励学生将所学的知识应用于实际生活，并培养他们的创新思维和问题解决能力。教师可以引导学生将所学的物理化学知识应用到实际生活和科学研究中。设计一些具有挑战性的任务和问题，让学生在解决问题的过程中巩固和应用所学知识。同时，教师需要关注学生的迁移过程，及时给予反馈和指导。

### 4.5. 评价阶段

评价阶段是对学生学习成果进行反馈和评估的重要环节。教师可以通过观察学生的表现、检查作业或进行测试等方式，来评估学生对学习内容的掌握程度和理解深度。同时，教师还需要反思自己的教学过程和教学方法，以便不断改进和提高教学效果。教师需要对学生的学成果进行评价和反思。评价应该注重学生的过程性评价和结果性评价相结合，既要关注学生的学习成果，也要关注学生的学习过程。



同时,教师需要反思教学过程中的不足和问题,及时调整教学策略和方法。

## 5. 案例分析

以“热力学第二定律”的讲解为例,教师可以采用5E教学模式进行课程设计。在吸引阶段,教师可以以制药工程中存在的真实问题吸引学生注意,引导学生思考:在设计新药合成路线的过程中,我们如何确定某个反应能否发生。

在探究阶段,教师可以先让学生运用之前学习的物理化学知识思考如何从理论上判断一个反应能否发生,在设计新药合成路线的过程中,我们不知道能否按合成路线发生反应。反应能否发生决定着这个反应是否有实际意义,假如一个反应在理论上都不能发生,做再多的实验都是徒劳。那么我们该如何确定该反应进行的限度呢?

在解释阶段,教师可以带领学生学习热力学第二定律,并引导学生用其判断某个反应能否发生。热力学第二定律是判断一个反应是否能发生的重要依据。根据热力学第二定律,一个系统的熵(即系统的混乱度或无序度)在自发过程中总是增加的。具体来说,对于一个孤立系统,其熵的变化( $\Delta S$ )总是大于或等于零,即 $\Delta S \geq 0$ 。这个原理可以用来判断一个反应是否能自发进行。热力学第二定律还可以通过吉布斯自由能( $G$ )的变化来判断反应的方向。吉布斯自由能的变化( $\Delta G$ )与熵和焓( $H$ )的变化有关,具体关系为 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ,其中 $T$ 是温度。如果 $\Delta G$ 为负,反应是自发的;如果 $\Delta G$ 为正,反应是非自发的;如果 $\Delta G$ 等于0,则反应处于平衡状态。

在迁移阶段,教师可以让学生应用刚刚所学的热力学第二定律相关知识解决问题。可按以下步骤进行判断:假设我们有一个简单的化学反应: $A + B \rightarrow C$ ,首先我们需要知道反应物 $A$ 和 $B$ 以及生成物 $C$ 在特定温度下的焓变( $\Delta H$ )和熵变( $\Delta S$ )的数据。其次要计算 $\Delta H$ 和 $\Delta S$ ,对于这个反应,我们计算反应物 $A$ 和 $B$ 的焓和熵的总和,然后减去生成物 $C$ 的焓和熵的总和,得到反应的焓变和熵变。确定反应温度后,根据公式计算 $\Delta G$ ,最后根据 $\Delta G$ ,判断反应限度。

在评价阶段,强调全过程综合性评价,相比于传统的测试和作业的方式评价学生的学习成果,综合性评价则需要建立一个全面的评价体系,从多个维度和层面进行综合考量,以确保教学活动能够有效地支持学生的学习和发展。教师不仅仅要关注最终的学习成果,更重视学习过程中的表现和发展。在实施全过程评价时,教师可以采用多种方法。例如,聚焦学生对于学习任务、学习活动、学习情境以及学习结果四类体验;构建全过程学习评价方案,把评价目标与教学目标有机结合等。

## 6. 应用5E教学模式前后学生成绩对比

2021~2024三个学年学生成绩分布情况及各分数段学生人数所占百分比见图2。2021~2022学年为未应用5E教学模式的数据,2022~2024两个学年为应用5E教学模式后的数据。在应用5E教学模式前,学生的成绩主要集中在60~69分和70~79分这两个分数段,分别占总考试人数的50.6%和17.2%。相对而言,成绩在 $\geq 90$ 分的优秀分数段比例较低,仅为3.5%。这表明在传统教学模式下,学生成绩整体较为平均,但在高分段的比例较低,存在提升空间。

在应用5E教学模式后,从2022~2023学年的数据可以看出,学生成绩整体有所提高,尤其在70~79分和80~89分这两个分数段的比例较高,分别为41.5%和36.7%。同时,高分段( $\geq 90$ )的学生比例为9.6%,相比较之前的数据,这个比例有所增加。从2023~2024学年的成绩及分布可以看出,学生成绩呈现较为均衡的分布,且高分段( $\geq 90$ )的学生比例有所增加。在70~79分和80~89分这两个分数段的比例较高,分别为36.7%和28.6%。显示出学生整体学习成绩的提升。这表明5E教学模式对学生成绩的提升效果是显著的,学生在学习过程中可以更好地掌握知识,表现也更加出色和均衡,5E教学模式可以提高学生的

成绩和表现。

## 学生成绩分布情况

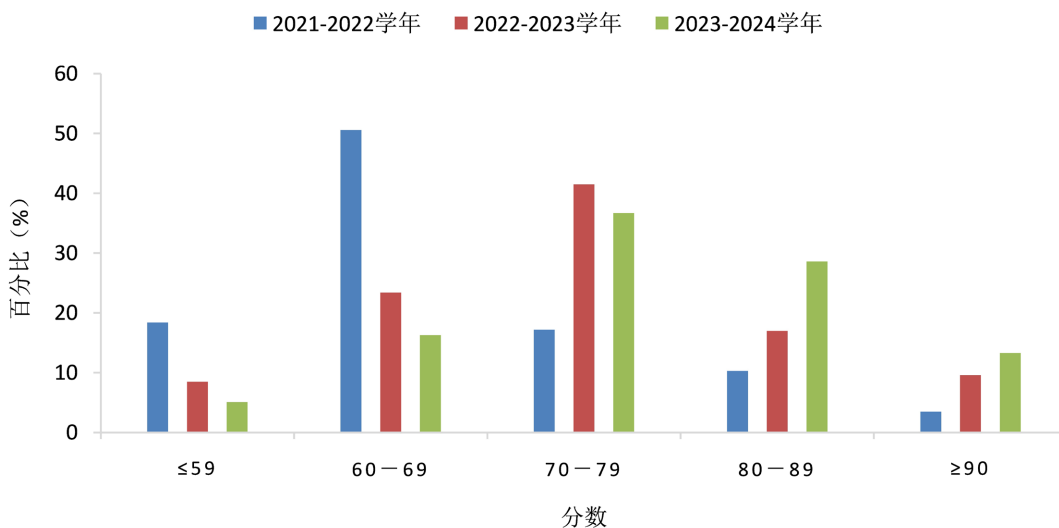


Figure 2. Distribution of student achievement

图 2. 学生成绩分布情况

综合对比这三年的学生成绩,可以看出应用 5E 教学模式后,学生成绩整体有所提高,并且分布更为均衡。2021~2023 两个学年,学生成绩在 70 分以上的分数段比例明显增加,尤其是在 80~89 分和 $\geq 90$  分这两个高分段的比例有显著提升。这表明 5E 教学模式对学生成绩的提升效果是显著的,学生在学习过程中可以更好地理解物理化学相关知识,5E 教学模式对学生成绩的提升和学习效果的改善起到了积极的作用。

## 7. 结语

5E 教学模式是一种强调学生主体性和教师引导性的教学方法,着重于学生的主动学习、深入理解和知识的有效应用。通过五个阶段的学习过程,学生可以在教师的引导下,通过探究、解释、迁移和评价等活动,构建自己的知识体系和提高自己的学习能力。这种教学模式不仅能激发学生的学习兴趣 and 探究欲望,还有助于培养他们的创新思维和问题解决能力,为他们未来的专业知识学习打下坚实的基础。5E 教学模式在物理化学课程改革中,尤其在制药工程专业学生的培养方面体现出重要的应用价值。同时,5E 教学模式强调学生的主体地位和教师的引导作用,有助于建立和谐的师生关系和课堂氛围。因此,我们应该积极推广和应用 5E 教学模式,为培养全面发展的人才做出贡献。

## 基金项目

辽宁大学在线课程建设与混合式教学改革项目:解决难溶药物生物利用度问题的物理化学线上教学(2020HHJG02008);辽宁大学本科教学改革研究项目:基于翻转课堂的 SPOC 在制药工程专业物理化学课程中的研究(JG2018ZC21)。

## 参考文献

[1] 田梦. 高等教育普及化背景下高校师生课堂互动存在的问题及改进策略[J]. 山西青年, 2022(11): 14-16.

- 
- [2] 陈旭微. 知识时代背景下高等教育课堂教学内容的转向[J]. 教育评论, 2019(6): 24-28.
- [3] 徐俊晖, 曹春华, 王亚珍. 基于 OBE 理念的“物理化学”课程教学改革实践[J]. 化工时刊, 2024, 38(1): 71-74.
- [4] 郑秀君. 以实际问题为导向的物理化学教学模式探索[J]. 大学化学, 2023, 38(2): 10-14.
- [5] 李树全, 夏咸松, 高慧, 等. 卓越教学理念下药学物理化学课程思政实践研究[J]. 高教学刊, 2024, 10(2): 173-176.
- [6] 薛文涛. 面向高质量时代的高等教育评价: 问题审视与改进策略[J]. 深圳职业技术大学学报, 2024, 23(3): 30-37.
- [7] 郑勇, 耿翠环, 王鑫, 等. 基于信息技术的物理化学实验教学研究与实践[J]. 化工管理, 2024(11): 34-37.
- [8] 孙玉珍, 韩雨婷, 李兹宜. “物理化学”课程线上线下混合教学模式探索与实践[J]. 化工时刊, 2023, 37(1): 90-92.
- [9] 吴成军, 张敏. 美国生物学“5E”教学模式的内涵、实例及其本质特征[J]. 课程·教材·教法, 2010, 30(6): 108-112.
- [10] 于琪, 常海斌, 代丽丽, 等. “5E”教学模式下数学史融入数学概念教学的实现路径研究——以“完全平方公式”为例[J]. 理科考试研究, 2024, 31(12): 14-18.
- [11] 张戈, 陈思宇, 王笑峰. 5E 教学模式在“河流动力学”课程中的探索与应用[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2024(3): 86-88.
- [12] 张敬南, 彭辉, 张强. 基于 5E 教学模式的翻转课堂教学实践[J]. 电气电子教学学报, 2020, 42(2): 13-15, 55.
- [13] 王健, 李秀菊. 5E 教学模式的内涵及其对我国理科教育的启示[J]. 生物学通报, 2012, 47(3): 39-42.
- [14] 宋连鹏, 周丽, 艾娉婷. “5E”教学模式在大学物理实验教学中的应用[J]. 物理通报, 2021, 50(6): 100-102.