

OBE-PBL融合模式在药学专业《物理化学》教学中的探索与实践——以“化学平衡”章节为例

刘召娜，刘荣利，李亮，王巧峰，白倩，葛维娟
西安培华学院医学院，陕西西安

摘要：本文针对药学专业《物理化学》课程中教学与专业应用脱节的问题，以成果导向教育（OBE）理念为引领，以问题驱动学习（PBL）为实施路径，以“化学平衡”章节进行教学改革。研究首先依据药学专业毕业要求，反向设计了“化学平衡”章节的学习目标；继而创设了以“阿司匹林的合成实验”等为核心的PBL教学项目。该模式将抽象的化学平衡理论与药物溶解度、剂型设计、稳定性等药学关键问题紧密结合，有效提升了药学学生的专业认同感、知识应用能力和解决复杂药学问题的能力，为药学基础课程的教学改革提供了范例。

关键词：OBE；PBL；物理化学；化学平衡；药学教学改革

Exploration and Practice of the OBE-PBL Integrated Model in the Teaching of Physical Chemistry for Pharmacy Majors: Taking the Chapter of “Chemical Equilibrium” as an Example

Zhaona Liu, Rongli Liu, Liang Li, Qiaofeng Wang, Qian Bai, Weijuan Ge

Medical School, Xi'an Peihua University, Xi'an, Shaanxi

Abstract: This paper addresses the issue of disconnection between teaching and professional application in the Physical Chemistry course for pharmacy majors. Guided by the Outcomes-Based Education (OBE) concept and implemented through Problem-Based Learning (PBL), the study focuses on teaching reforms in the “Chemical Equilibrium” chapter. The study first reverse-designed the learning objectives for the “Chemical Equilibrium” chapter based on the graduation requirements for pharmacy majors, and then created a PBL teaching project centered on experiments such as the “Synthesis of Aspirin.” This model closely integrates abstract chemical equilibrium theory with key pharmaceutical issues, such as drug solubility, dosage form design, and stability. It effectively enhances pharmacy students’ professional identity, knowledge application ability, and capacity to solve complex pharmaceutical problems, providing a model for teaching reforms in foundational pharmacy courses.

Keywords: OBE; PBL; Physical Chemistry; Chemical Equilibrium; Pharmacy Teaching Reform

1 基于OBE-PBL的教学模式

在全球化与知识经济时代背景下，高等教育正面临深刻变革，传统的以教师为中心、知识灌输式的教学模式已难以适应社会对创新型、应用型人才的需求[1]。教育范式亟需从“教什么”向“学生学到什么”和“能做什么”进行根本性转变。成果导向教育（Outcome-Based Education, OBE）[2]，它强调以学生最终获得的能力成果为核心，反向设计教学活动。然而，如何有效达成这些高阶能力目标，仍需强有力的实际载体。问题导向学习（Problem-Based Learning, PBL）[3]以其以学生为中心、以真实复杂问题为起点、在自主探究与协作中构建知识体系的教学理念，恰好为OBE目标的实现提供了卓越的路径与方法[4]。

在药学专业人才培养中，物理化学课程开展OBE-PBL教学模式具有至关重要的承启意义。该课程是连接基础理论与药物研发、生产实践的核心桥梁，但其高度抽象的理论与繁杂的公式常使学生陷入“学不知何用”的困境[5]。OBE-PBL模式其核心重要性体现在：它以药学领域明确的毕业要求成果为导向，反向设计以真实药物研发问题为驱动的学习任务。这使学生不再是被动记忆公式，而是作为“研究者”主动探究物理化学原理如何解决实际药学问题，深刻理解化学动力学、表面现象、相平衡等知识在药学中的应用价值，从而高效淬炼科学思维、创新设计与解决复杂药学问题的综合能力，为后续课程学习和未来职业发展奠定坚实且富有生命力的基础。本文以《物理化学》课程中的“化学平衡”章节为例，设计基于OBE-PBL的教学过程。

2 “化学平衡” OBE-PBL的教学设计

2.1 目标定位

本章节的教学设计遵循“成果导向教育（OBE）”理念，以学生为中心，以最终学习成果为起点进行反向设计。目标定位紧密对接药学专业毕业要求，旨在通过问题驱动学习（PBL）模式，培养学生将抽象的化学平衡原理应用于复杂药学场

景的核心能力。具体目标分为以下三个层次，如表1所示：

2.2 内容规划：基于OBE-PBL的“化学平衡” 章节知识重构

本章节内容不再按教材顺序平铺直叙，而是以“阿司匹林的合成实验”这一PBL项目为线索，将知识点重构为解决问题的工具。

2.3 教学模式：PBL流程与混合式教学

教学过程包括第一课堂和第二课堂，采用“线上基础学习+线下项目探究”的混合式教学模式。

第一课堂采用“四结合”教学模式，即“线上+线下”“课前+课中+课后”“案例讨论法+任务驱动法等多元式混合教学方法”以及“课程+思政”的教学模式开展教学。以课前、课中、课后3个阶段来展开，具体如下。课前：线上自主预习，教师发布微视频、PPT，讲解核心概念（如 ΔG 、 K^θ 的定义）。

学生完成线上简单测验，确保掌握基础知识。
教师发布PBL项目任务书。

课中：线下项目探究

第1课时（项目启动）：教师引导学生分析项目，识别已掌握和未知的知识，形成“问题清单”。

第2-4课时（知识赋能与小组工作坊）：教师精讲关键知识点（如范特霍夫方程），讲完即练。学生以小组为单位，应用新知识解决项目中的对应任务，教师巡回指导。

第5课时（答辩与总结）：小组进行成果汇报答辩，教师引导全班进行总结，将项目解决方案与章节知识体系进行映射，形成结构化认知。

课后：深化与拓展：

各小组完善并提交最终项目报告。

第二课堂：开展“物理化学课程思政微故事竞赛”和“物理化学实验技能竞赛”活动。使形成正确的世界观、人生观和价值观，树立了药学专业学生全心全意为患者服务的理念，勇担研发普惠良药

表1. 学习目标及内容

学习目标	内容
知识目标	理解核心概念: 学生能准确阐述化学平衡的状态特征、标准摩尔反应吉布斯自由能变(ΔrGm°)、标准平衡常数(K°)及其相互关系。 掌握基本原理: 学生能深入理解并解释勒夏特列原理的热力学本质, 掌握温度、压力、浓度等因素对化学平衡影响的定量与定性规律。 熟悉关键方法: 学生能熟练运用标准生成吉布斯自由能数据(ΔfGm°)计算反应的 ΔrGm° 和 K° , 并能应用范特霍夫方程分析温度对平衡常数的影响。
技能目标	计算能力: 能够针对给定的药物合成或制剂相关反应, 进行反应限度、平衡组成及条件优化的理论计算。 问题分析与解决能力: 能够识别和分析药学实践中的平衡问题(如: 合成产率低、药物溶解度差、制剂稳定性不足), 并能够应用化学平衡原理提出合理的解决方案或优化思路。
思政目标	知识整合与迁移能力: 能够将化学平衡知识与药剂学、药物化学、药代动力学等后续专业课程知识相联系, 理解热力学平衡在药物研发全流程中的基础性作用。 团队协作与科学沟通能力: 能够在项目小组中有效承担角色, 合作完成复杂任务, 并以书面报告和口头答辩的形式, 清晰、严谨地呈现和论证自己的解决方案。 科学素养: 培养学生严谨求实、依据数据和理论进行论证的科学态度。 工程素养: 引导学生建立“平衡-速率-经济性”多目标优化的工程思维, 理解工艺条件选择的权衡与决策过程。 职业认同感: 通过解决药学真实问题, 增强学生对药学专业的认同感与使命感, 理解物理化学作为专业基础课的重要价值。

表2. 基于OBE-PBL的章节知识重构

教学模块	核心知识点	与PBL项目的结合点(驱动性问题)	药学特色融入
模块一: 反应限度的判据	摩尔反应吉布斯能变(ΔrGm), 反应商(Q), 平衡常数(K°), 等温方程	任务1: 如何从热力学上判断当前生产工艺的产率是否有提升空间?	引入“反应产率”与“热力学限度”的概念对比, 明确工程优化边界。
模块二: 关键热力学数据的获取	标准生成吉布斯能(ΔfGm°), 标准反应吉布斯能变(ΔrGm°)的计算	任务2: 如何计算该合成反应在标准状态下的平衡常数 K° ?	教授学生如何查询和使用药学相关的热力学数据库或手册。
模块三: 温度效应的定量预测	范特霍夫方程, 反应热效应(ΔrHm°)	任务3: 现有反应温度是否最优? 理论上应升温还是降温才能提高 K° ? 请定量计算。	强调温度对药物合成selectivity(选择性)和副反应的影响, 超越单一产率考量。
模块四: 其他工艺条件的优化	压力、惰性组分、反应配比对平衡移动的影响	任务4: 除了温度, 还可以通过调整压力、原料配比(提高某原料过量比例)来提高转化率吗? 拓展任务: 如果该反应热力学趋势不利($\Delta rGm^\circ > 0$), 能否通过“反应偶合”(如及时移走产物)来推动反应?	讨论“原子经济性”和成本控制, 体现工程经济思维。
模块五: 复杂体系与高级应用	复相反应, 反应偶合		介绍生物酶催化、膜反应器等现代制药技术中涉及的平衡原理。

的使命, 达成OBE教学目标。

实现评价视角的多元化。

2.4 考核方式: 多元化、过程性评价体系

打破一考定终身的局限, 考核注重过程的评价, 课程的考核分为过程性考核和笔试考试相结合的方式。过程性考核占40%, 终结性评价占60%。过程性考核包括出勤、课堂表现、随堂测试、章总结、课后作业等。评价维度不仅包含“知识掌握”, 还拓展至“能力提升”与“素养养成”,

2.5 持续改进机制

本课程建立了系统化的“评价-反馈-改进”闭环持续改进机制。该机制依托多源数据的收集与分析, 其中定量数据包括期末总评成绩、PBL项目报告分数及线上测验数据; 定性数据则来源于学生问卷调查、深度访谈记录以及教师的教学反思日志。每轮课程结束后, 课程团队会对成绩分布进行细致

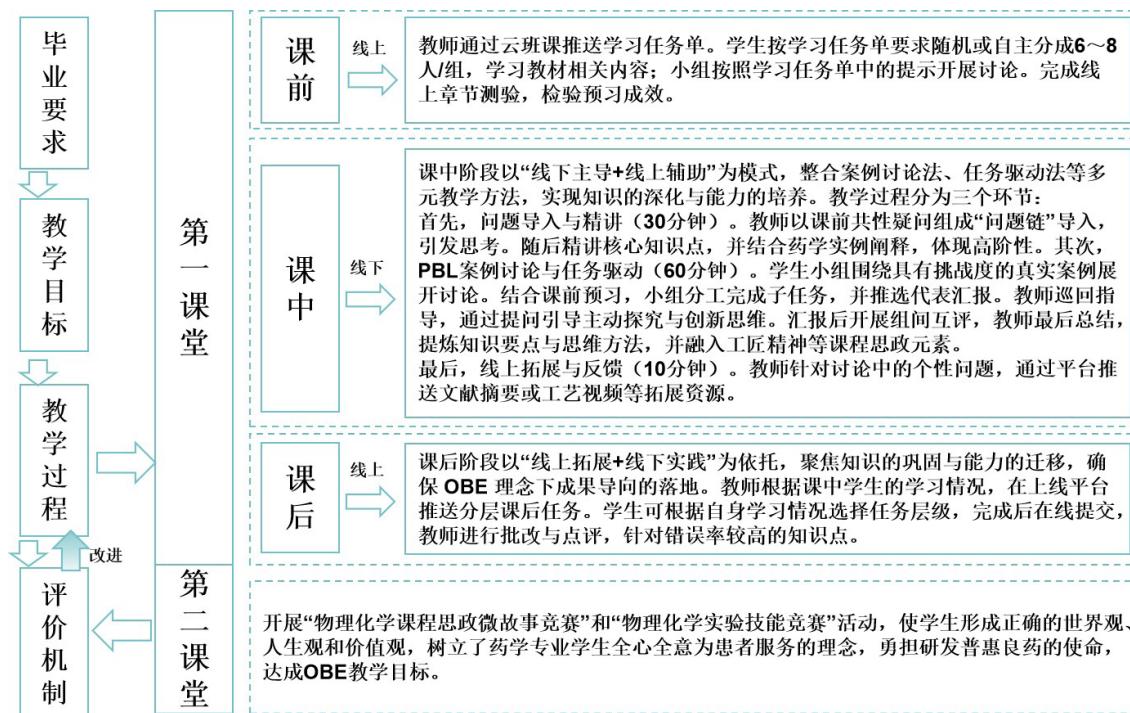


图1. 基于OBE-PBL的教学模式体系结构

表3. 课程的考核及评价方式

评价类型	评价内容	权重	评价目的(OBE导向)
过程性评价(40%)	考勤	2%	评估上课参与度。
	课堂表现：课堂参与度、讨论贡献（通过观察量表记录）。	10%	评估团队协作和沟通能力。
	阶段性测试：PBL任务2、3的单独提交。 章总结汇报	10%	评估计算应用能力。
	课后作业：各小组完善并提交最终项目报告	8%	评估评估对基础知识的掌握程度。
	PBL项目最终报告：格式、数据、分析、结论、论证逻辑。	20%	评估对于知识的拓展与应用。
	终结性评价(60%) 知识问答：笔试	20%	核心评价，综合评估问题分析、知识应用和专业写作能力。
	项目答辩：汇报清晰度、问答环节表现（由教师和同学共同评分）。	20%	评估知识掌握情况
			评估沟通表达、临场应变和对知识的深层理解。

分析，精准定位学生的共性薄弱环节，同时系统梳理问卷和访谈中获得的质性反馈，为教学改进提供全面、客观的依据。

基于分析结果，课程团队会实施一系列精准的改进措施。例如，针对项目难度和案例适用性问题，会修订PBL项目任务书，调整背景信息的详细程度或引入更贴近药学实践的代表性案例；针对学生理解困难的知识点，会开发或引入新的教学资源，如交互式模拟计算工具；同时优化教学策略，

提供计算模板或分步指导。此外，还会持续修订PBL项目报告和答辩的评价量表，使其指标更具可操作性，有效减少评分的主观差异性，从而形成一个以数据驱动、响应迅速、针对性强的良性循环改进体系。

3 结论

本研究以OBE理念为引领，以PBL模式为路径，对药学专业《物理化学》课程的“化学平

衡”章节进行了全面的教学重构。通过将章节知识融入药物合成工艺优化这一真实项目，实现了教学内容从理论导向向能力导向的转变。混合式教学模式和多元过程性考核评价体系，有效激发了学生的学习主体性，培养了其解决复杂药学问题的综合能力与团队协作精神。建立的持续改进机制确保了教学质量的不断提升。该实践为药学专业基础课程的教学改革提供了可借鉴的范例，具有积极的推广价值。

致谢

本文由以下基金资助：陕西省教育科学“十四五”规划2024年度一般课题“基于OBE理念与PBL方法的药学专业《物理化学》课程教学路径研究”（SGH24Y2691）；西安培华学院校级课题“基于OBE理念的BOPPPS教学模式在药学专业《物理化学实验》课程中的探索”（PHJGZC2419）。

参考文献

- [1] 陈欣, 翟翠萍, 常凤香, 等. 新质生产力背景下基于OBE理念的物理化学课程改革研究[J]. 化学研究, 2025, 36(3): 326-330.
- [2] 刘国清, 高利红, 郑国芳, 等. 新工科背景下基于成果导向教育理念的小规模限制性在线课程混合教学模式在物理化学实验课程中的构建与应用[J]. 应用化学, 2025, 42(2): 256-263.
- [3] 张红平, 唐鹏飞, 李劲超, 等. 基于OBE理念的生物医学工程专业物理化学课程教学探讨[J]. 长春师范大学学报, 2024, 43(4): 149-154.
- [4] 李亚楠, 杨武德, 林冰, 等. 医工交叉融通和OBE与PBL理念下物理化学课程的负熵教学创新[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(18): 76-83.
- [5] 曹才放, 邓庚凤, 焦芸芬, 等. 物理化学课程教学创新与实践[J]. 高教学刊, 2024, 10(28): 75-78.

