

基于 OBE 理念的物理化学实验教学改革与实践 ——以平顶山学院为例

贺国旭*, 吴华涛, 张秋霞, 周延彪, 刘丹丹

平顶山学院化学与环境工程学院, 河南 平顶山 467000

摘要: 针对当前物理化学实验教学中存在的问题, 从课程目标的制定、应用型课程建设、课程资源建设、评价体系的重构等方面提出以学生为中心的OBE (Outcomes-based education)理念教学实施方案, 结合实际案例, 将OBE教学理念融入到课前导学、课中实操和课后强化训练中, 发挥了学生的主观能动性, 学生的综合创新能力得到提升, 教学效果明显改善。

关键词: 物理化学实验; OBE理念; 教学改革

中图分类号: G642; O6

Exploration and Practice of Physical Chemistry Laboratory Teaching Reform Based on OBE Concept: A Case of Pingdingshan University

Guoxu He *, Huatao Wu, Qiuxia Zhang, Yanbiao Zhou, Dandan Liu

School of Chemical and Environmental Engineering, Pingdingshan University, Pingdingshan 467000, Henan Province, China.

Abstract: To save the problems in physical chemistry laboratory teaching, a student-centered teaching implementation program based on OBE (Outcomes-based education) theory is proposed from the aspects of formulating course objective, constructing application-oriented courses, developing course resources, and restructuring assessment system. Combined with actual cases, the OBE teaching mode is applied to pre-course guidance, in-class exercises and post-course intensive training. This teaching mode has exerted the subjective initiative of students, enhanced students' comprehensive innovation ability, and improved teaching effects to a great extent.

Key Words: Physical chemistry experiment; OBE concept; Teaching reform

OBE (Outcomes-based education)模式是成果导向教育的简称, 亦称为能力导向教育、目标导向教育或需求导向教育^[1,2]。在理念上, 该模式的核心内容为: 学生中心, 产出导向(结果导向), 持续改进。在实践上, 该模式聚焦于学生受教育后可获得什么能力和能够做什么的培养模式。在该模式下, 一切教育活动、教育过程和课程设计都是围绕实现预期的学习成果^[3]。在人才培养上, 从社会发展、行业需求和学校定位等多个角度提出培养目标, 设计目标达成途径, 建立评价体系。OBE教学模式对以往“教师注重讲, 学生被动听”的传统教学模式产生了巨大的冲击, 其影响是颠覆性的, 对物理化学实验教学提出了新的机遇和挑战。

物理化学实验课程是将理论知识向实际应用转化的纽带^[4], 是培养和进一步提高学生逻辑思维

收稿: 2022-03-28; 录用: 2022-04-07; 网络发表: 2022-04-20

*通讯作者, Email: hgx6391993@163.com

基金资助: 平顶山学院教学改革研究重点项目(2019-JYZD03)

能力和独立解决问题能力的重要平台,在物理化学教学中有着相当重要的地位。OBE理念融入物理化学实验教学,坚持学生中心地位,积极探索教育教学规律,充分运用学校现有的教育教学资源,大胆改革实验课堂,将枯燥的公式和艰涩难懂的理论原理融入生产生活,科研课题融入课上课下,从学生的个体实际出发,培养学习的能动性和创造性思维,对提升学生的综合能力具有重要意义。

1 物理化学实验课程内容和特点

物理化学是从研究物理变化和化学变化的联系入手,探求化学变化基本规律的一门学科^[5]。该课程是化学、化学工程与工艺和药学等专业的基础必修课程,通过课程的学习,能够为学生后续专业课程的学习提供方法和理论指导,在基础课和专业课之间起着桥梁和纽带的作用。物理化学实验是物理化学课程的重要组成部分,是实践教学活动中不可缺少的环节,在帮助学生理解和巩固理论知识以及培养学生创新思维和综合能力方面发挥着及其重要的作用。物理化学实验能够将物理化学抽象的理论内容设置在具体的物理/化学变化过程中,通过可观察、可触摸和操作的实践环节,加深学生对理论知识的理解,是理论知识教学的延伸。此外,有效的实验操作过程可使学生分析问题和解决问题的能力得到充分提高。由此,物理化学实验已经成为提升学生理论、实践和思维综合能力的重要载体^[6]。

2 物理化学实验教学的现状和问题

在长期的物理化学理论和实验教学工作中,存在诸如实验内容更新不及时、教学手段不丰富、评价体系指标不够细化等问题^[7-10],这些问题的形成是客观因素(国内高校物理化学实验教学现状)和主观因素(授课教师教学理念)等多方面作用的结果,需要深入分析其成因。

2.1 教材内容更新不及时

物理化学作为一门经典课程,经过广大教育工作者的潜心研究,呕心沥血编著了诸多经典教材,并在全国高校广泛应用。这些教材大都编纂于二、三十年前,虽经几代教育工作者的修订,但是由于新科学、新技术的快速发展和应用,教材中的部分内容已经跟不上新形势的发展。以物理化学实验教材为例,目前出版的物理化学实验教材超过10余种,这些教材中的实验项目设置大同小异。不可否认,这些教材都是十分优秀的,选取实验项目也具有典型性,对于物理化学的核心理论也都有详细的描述。但是另一方面,近十年来,这些实验项目内容变动很小,已经不能满足学科发展和社会需求,也不适合我校“应用型大学”的办学定位。虽然,课程团队近年来也提出了更新实验项目的想法,但碍于没有适合的教材,而迟迟没有付诸实际行动。因此,实验教材建设的滞后已经成为制约课程发展的重要因素,是亟待解决的问题。

2.2 教学手段不丰富

以往,我校的物理化学实验教学手段比较单一,主要是“教师注重讲,学生被动听”。由于受限于学生学术素养不高,物理化学课程又需要学生具备物理、化学和数学等多学科的知识储备,同时内容涉及到抽象的概念和复杂的公式推导,部分知识与已学其他课程内容有重复,学生听讲积极性不高;教师讲解实验步骤过程中,过多依赖课本上的内容,扩展性不强,学生只是机械地重复教师所讲的实验步骤;实验操作环节,对于学生出现的问题,教师重视程度不够,只是简单地给出结果了事,而不是充分进行学生分组讨论。近年来课程团队对物理化学实验教学手段改进方面进行了积极的探索,先后制作了PPT、电子教案和演示视频等电子素材,并将这些素材进行整合,建立了网络课程。这些手段极大地丰富了物理化学实验的教学手段,受到了学生的良好反馈。然而,师生在使用网络课程资源过程中,也发现了一些问题,例如:视频清晰度不高,视频内容与实际实验吻合度不高等问题。这些方面都是课程建设过程中需要及时改进的地方。

2.3 评价体系指标不够细化

课程评价指标设置过于粗化,无法体现学生综合素养。以往我校物理化学课程评价指标过于单

一,以物理化学实验为例,部分教师在考核时将实验报告成绩权重设置较高,甚至出现“一纸定成绩”的不合理做法。在“重纸面报告,轻动手能力”不合理的课程评价导向下,学生不重视实验操作,敷衍了事,在撰写实验报告时,花大量心思“美化”实验数据,虽然学生暂时获得了一个“满意”结果,但是能力素养没有得到锻炼和提升,在学科竞赛、毕业设计、研究生复试等考查综合素养的关键时刻,就“原形毕露”。此外,在评价指标制定时,没有充分考虑人才培养方案中的培养目标,目标达成度不能完全体现。OBE理念教学中,指标细化是在制定新的评价体系过程中的重要内容。

3 OBE理念教学实施方案

根据OBE模式的核心内容和要求,结合信息化教育技术,针对上述物理化学实验教学过程中存在的问题和不足,进行探讨分析,提出解决方案。

3.1 课程教学大纲的制定

课程大纲是课程的灵魂,它决定了课程内容和培养目标及目标达成途径等重要问题。依据OBE理念,结合总体培养目标和毕业要求设计课程体系,明确物理化学实验在课程体系中的角色和作用,确定课程目标及教学大纲。以化学工程与工艺专业为例,专业总体培养具备化学、化学工程与技术的学科知识、理论和技能,具备国际视野、创新创业意识和工程实践能力,能够在化工、材料化工特别是尼龙化工领域从事设计开发、生产运行和技术管理等工作所需的高素质应用技术型人才。物理化学实验课程目标主要支撑毕业要求4(研究)的分解指标点(表1)。毕业要求的指标点与课程目标相互对应,有利于课程目标的实现和毕业要求的达成。

表1 课程目标与毕业要求4(研究)关联关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑强度
4.2 能够针对具体的研发目标与内容,比较和选择研发路线,设计实验方案	课程目标1 查阅文献资料,比较各实验方法的优缺点,设计切实可行的实验路线和步骤	M
4.3 能够根据实验方案构建实验系统,安全、有效地开展实验,正确地采集实验数据	课程目标2 能够进行物理化学实验规范操作,正确安装实验装置,通过团队合作,对常见问题进行有效处理	H
4.4 能够对实验现象和数据进行分析、归纳、分析和解释,并通过信息综合得到合理有效的结论	课程目标3 对实验数据进行合理处理,通过归纳分析总结,应用原理解释实际现象	H

M为中支撑, H为强支撑

在教学大纲制定的过程中,充分调研论证,涉及课程内容和培养目标时,组织包括专业教师、行业专家在内的人员,进行有效研讨,结合行业现状实时融入实验项目;设计目标达成途径时,组织学生座谈会,倾听学生的反馈和意见。教学大纲制定后,围绕培养目标的达成有序开展课程建设。

3.2 应用型课程建设

教学大纲中的培养目标一旦确定,一切教学活动和课程建设都必须围绕培养目标如何实现而展开。地方应用型高校,必须对照培养目标,结合行业需求和现有设备,对实验项目内容进行更新。例如,现有的实验项目“最大气泡法测定溶液的表面张力”,通过该实验要求学生掌握表面张力的测定方法,结合平顶山区域尼龙化工行业发展的现状,可以将企业生产过程中常用的消泡剂引入到实验项目中,除测定溶液的表面张力外,对实验内容进行延伸,要求学生自主设计方案,测定消泡剂的临界胶束浓度,考察不同因素条件对其表面活性的影响,不仅巩固了课内知识,又拓展了视野,与实际应用紧密结合。“静态法测定纯液体饱和蒸气压”实验,可以采用本地尼龙化工企业所生产的环己烷、环己酮等相关产品,测定其不同温度时的饱和蒸气压,实验后应用Origin软件对数据进行

处理分析, 根据摩尔汽化焓、正常沸点等数据结果可以对物质的纯度进行简单的定性分析, 并反馈企业为其生产提供一定的参考依据。更新后的实验项目, 可以更有效地实现课程目标的达成, 学生不但能够掌握扎实的理论知识, 具备熟练的实验技能, 还能够对平顶山周边的化工行业发展有一个清楚的认识和了解, 有效培养了学生对区域经济建设的情怀。

3.3 课程资源建设

近年来, 依托物理化学实验网络课程平台, 实现了“线上预习、讨论、答疑-线下设计方案、实验实操、分析数据完成报告-线上巩固测试、反馈纠错-线下实操考核”的四阶段混合教学法, 解决了物理化学实验课的课前预习效果差、课后无反馈跟踪等问题, 形成闭环管理。在线课程资源有实验教学大纲、导学方案、前沿导读、作业库、实验原理讲解视频、实验操作视频、虚拟仿真实操视频等; 在线教学过程有课前预习、提交在线预习作业和实验方案、在线批阅反馈、实验后交流答疑、线上提交实验报告等。通过线上与线下相结合的教学方式, 促进传统实验教学模式的改革, 调动了学生学习的主观能动性, 有利于关注学生的学习过程与能力的培养, 提升了学生的综合素养。

为了解决原有课程资源质量不高和学生参与度有限等问题, 在对原有课程资源进行更新和完善时, 以课程视频资源录制为先导, 体现“学生为中心”, 引导学生设计脚本, 参与教学。在制作实验视频过程中, 在教师的导演下, 将学生作为视频“主角”推到镜头前, 有效调动学生参与主角“饰演”(图1-4), 全程旁观的“配演学生”发现问题, 共同讨论解决, 并有针对性撰写课后报告。制作完成后的视频, 更加贴合现实实验氛围, 学生使用也更加方便。同时, 以学生为“主角”的视频内容也更容易被学生所接受, 学生参与“自导自演”实验原理讲解、实验操作过程, 在潜移默化中实现对实验项目的掌握。

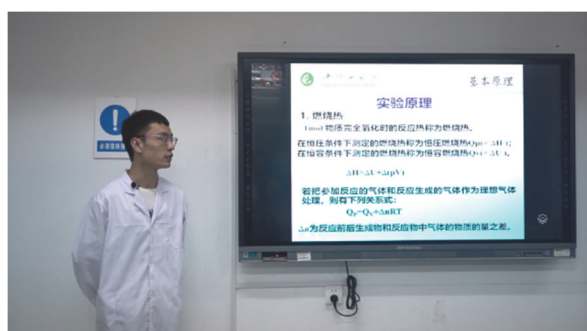


图1 学生实验原理讲解



图2 学生实验操作解析



图3 学生实操练习

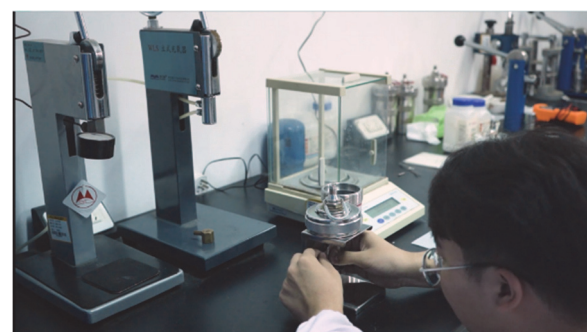


图4 学生解决实操问题

3.4 重构课程评价指标

课程评价体系中, 为了使考核成绩能够反映学生的综合能力, 将原有的评价体系指标进行细化, 建立课前-课中-课后三级评价体系(表2)。课前评价部分, 考查学生的预习准备情况, 利用网络课程

的自学情况、教师推送学习任务单等,学生有针对性完成线上学习任务;课中评价部分,通过创建“问题情境”、巡视学生实验操作和设置突发情况等环节,考查学生的动手能力和应对突发问题的能力;团队合作情况;课后评价部分,除了完成常规的实验报告,还在期中期末设置全员参加的实验考核环节。化学工程与工艺专业的物理化学实验课程开设七个实验项目,共28学时,分两轮次通过大循环分组方式开设。第一轮次六周完成4个实验项目的教学任务后,进行期中实操考核,每个实验项目共设置4道原理性试题和4道实操试题作为题库,每套试题由1道原理性试题和1道实操试题组成,每个实验项目可组合形成16套不同的试题,四个实验项目共形成64套考核试题,能够保证一生一卷,学生抽签分先后次序进入实验室进行现场考核。在期中实操考核后,针对学生存在的突出问题,在第二轮次开设的实验项目教学中进行改进优化,通过期末考核进行强化巩固。

表2 物理化学实验课程评分表

学期:			实验项目:			班级:	任课教师:
序号	学号	姓名	课程目标1	课程目标2	课程目标3	课程目标2	成绩汇总
			实验预习(0.2)	实验操作(0.3)	实验报告(0.3)	实操技能考核(0.2)	
			预习作业+课堂提问	实验操作+团队合作	数据分析与处理能力+	期中+期末	
					综合运用知识能力		
1							
2							

3.5 课程目标达成情况分析

课程目标达成是保证课程顺利实施的重要环节。在课程考核结束后,对课程目标达成情况进行分析评价(表3),评价课程对毕业要求指标点的贡献是否达成,及时反馈给课程教学团队,帮助教师了解课程特点、课程存在的问题及所处状况,有针对性地调整教学内容,改善教学方法,促使教师能够结合专业培养目标与毕业要求,找准课程完善和提升空间,推进课程教学改革。

表3 物理化学实验课程目标达成情况示例

毕业要求指标点	课程目标	达成途径、评价依据	评价结果		
			平均分	满分	达成度
4.2 能够针对具体的研发目标与内容,比较和选择研发路线,设计实验方案	课程目标1: 查阅文献资料,比较各实验方法的优缺点,设计切实可行的实验路线和步骤	达成途径: 通过网络课程的自学情况、教师推送学习任务单,学生预习,查阅资料,分析实验目的,对比优化实验路线,确定实验方案、实验步骤,选配实验设备;通过课堂提问,评价学生实验内容、原理和设备等掌握情况,训练学生实验方案设计能力 评价依据: 预习作业、课堂提问	17	20	0.85

4 应用实例

以“静态法测定纯液体饱和蒸气压”为例,将OBE教学理念融入到课前导学、课中实操和课后强化训练中。

4.1 课前导学

课前教师制定可量化、可测量的教学目标,通过学习通平台,推送学习任务单(图5)。任务单明

明确教学目标, 学生的学习方法, 要求学生自主学习实验项目线上微视频, 理解相关原理在实验项目中的应用, 完成线上实验准备。教师通过线上对学生进行答疑辅导, 有针对性解决不同学生的问题。例如设置问题: 结合本实验项目回答什么是饱和蒸气压? 很多学生的普遍答案为液体和蒸气达到气液两相平衡时的压力。教师会给学生提示注意表述的准确性, 注意物理化学概念的严谨性和具体的限定条件等, 教师引导启发和探究教学, 生生互动、师生互动, 很大程度上强化了学生的个性化、差异化和精准化指导。

物理化学实验课程门户

首页 活动 统计 资料 通知 作业 考试 分组任务(PBL) 讨论 管理

静态法测定纯液体饱和蒸气压--预习作业 重新编辑

分组任务(PBL)

返回

显示答案

一.简答题 (共3题,100.0分)

- 1 结合本实验项目回答什么是饱和蒸气压?什么是沸点和正常沸点? (30分)
- 2 仪器直接测出的压力值是什么含义?真空泵起什么作用? (30分)
- 3 请简要设计本项目的实验过程(或阐述整体实验思路)。(40分)

图5 实验项目课前学习任务单

4.2 课中实操

实操课上先针对预习情况进行提问, 检查预习效果。针对实验预习中存在的一些问题, 教师会理论联系实际, 原理结合设备, 直观引导。学生们对饱和蒸气压的概念理解的不太清晰, 并且这个概念在物理化学理论课程学习中也经常遇到, 通过实验课能透彻理解这个概念就显得非常有意义。根据各个同学的回答情况, 教师逐一点评, 最终通过关键词进行全面解析: 纯液体、封闭条件、温度、非空气状态、气液两相平衡, 形成饱和蒸气压的准确概念。通过现场演示操作, 结合饱和蒸气压概念的解析, 串联整个实验装置, 对应各个部分功能作用, 抽象概念变得轻松易懂, 更重要的是便于学生对整个实验原理的梳理掌握, 学生学习的信心和兴趣提升。

学生独立操作实验过程中, 教师随时巡视, 并适时设置突发情况处理, 考查学生解决实际问题的能力。同时设置几个操作问题供学生分组讨论, 教师启发指导, 组内交流, 形成一致意见; 各组选派代表阐述本组观点, 其他组进行提问、质疑、补充; 组间互评, 教师进行点评; 教师根据各小组对问题的理解, 将碎片化的知识进行系统梳理, 总结归纳, 并将评价结果计入课中成绩。

4.3 课后强化训练

实验课后, 通过开放实验室, 学生根据各自课余时间预约, 对当地尼龙化工企业所生产相关产品的饱和蒸气压、沸点等物化性能进行测试, 巩固掌握饱和蒸气压的测定方法和用途意义。同时要求学生课后录制操作视频, 通过镜头记录, 生生自评、生生互评, 更有针对性地解决实验过程中的问题。随后学生根据课前预习情况、课上实操过程及课后练习进行梳理, 撰写实验报告, 该实验报告引入了科技论文的一些元素, 设置了统一格式, 促使学生撰写报告的过程必须通过个人主动思考, 这样才能符合要求地完成实验报告, 很大程度上可以让学生明白为什么做这个实验、怎么做这个实验以及做这个实验有什么意义, 学生总结分析问题的能力得到提升。

5 结语

以学生为中心的OBE教育理念在物理化学实验课程教学改革与实践过程中, 通过课程目标的制定、应用型课程建设、课程资源建设、评价体系的重构、课程目标达成情况分析 & 教学过程的设计

等多方面体现,促进学生综合素养与实践能力的发展,充分发挥了教师主导和学生主体的优势,提升学生的综合创新能力和解决实际问题的能力。通过该课程的探索与实践,为其他课程的改革与建设提供一定参考。

参 考 文 献

- [1] 李志义. 中国大学教学, **2015**, No. 3, 32.
- [2] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 包能胜, 陆小华, 熊光晶, 陈严. 高等工程教育研究, **2014**, No. 1, 27.
- [3] 戴婷, 朱海燕, 张今朝, 王安红, 祝贺, 李洪武. 实验技术与管理, **2019**, 36 (10), 211.
- [4] 黄斯珉, 黄巧婷. 广东化工, **2020**, 47 (4), 216.
- [5] 董丽娟, 毕丽君, 张鸿发, 田迪英. 安徽化工, **2021**, 47 (5), 150.
- [6] 赵明, 钟志宇, 李宏刚, 姚勇. 实验科学与技术, **2014**, 12 (3), 81.
- [7] 王芙蓉, 刘宝安, 张震. 广州化工, **2017**, 45 (5), 141.
- [8] 田东亮. 大学化学, **2018**, 33 (3), 17.
- [9] 陈书鸿, 张丽莹, 蒋德敏, 李廷真, 潘杰, 饶通德. 大学化学, **2018**, 33 (1), 29.
- [10] 吴佳雯. 教育现代化, **2019**, 6 (77), 73.