

# PBL教学法在《材料物理基础实训》课程中的教学研究

张 凤\*, 胡永金

湖北汽车工业学院光电工程学院(新能源学院), 湖北 十堰

收稿日期: 2026年5月14日; 录用日期: 2026年6月19日; 发布日期: 2026年6月30日

## 摘 要

培养学生的主观能动性在高等教育中占据重要地位, 也是创新型人才所具备的关键内驱力。文章基于问题式导向学习法(PBL), 在《材料物理基础实训》课程中引入了水系锌离子电池关键材料的制备、电池组装及性能分析等内容。为了激发学生的学习兴趣并帮助他们直观理解电池材料性能和装配工艺对实际应用的影响, 学生用自制的电池点亮发光二极管(LED)并作为课程目标之一。同时针对性探究电池材料制备缺陷和电池组装不良等导致LED点亮过程中产生的问题, 并指导学生进行针对性改进, 从而让学生对材料制备及电池组装与电池性能间的关系产生更加直观的了解, 设计包含“问题预设-材料表征-正极电极片的制备-电池组装-性能测试-点亮LED中发现问题-解决问题”全流程贯通的综合实验流程。文章首先介绍了PBL教学的基本内涵, 其次阐述了将其引入课程的优势, 最后详述PBL教学在《材料物理基础实训》课程的具体应用流程以及教学实施中预期困难、局限性及解决策略。

## 关键词

PBL, 主观能动性, 教学研究

# Teaching Research on PBL Teaching Method in the “Materials Physics Foundation Training”

Feng Zhang\*, Yongjin Hu

School of Optoelectronic Engineering (School of New Energy), Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei

Received: May 14, 2026; accepted: June 19, 2026; published: June 30, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 张凤, 胡永金. PBL教学法在《材料物理基础实训》课程中的教学研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(6): 663-671. DOI: 10.12677/ces.2026.146473

## Abstract

Cultivating students' subjective initiative holds a significant position in higher education and is a key internal driving force for innovative talents. Based on the Problem-Based Learning (PBL) approach, the article introduces the preparation of key materials for aqueous zinc-ion batteries, battery assembly, and performance analysis into the "Materials Physics Foundation Training" course. To stimulate students' interest in learning and help them intuitively understand the impact of battery material performance and assembly processes on practical applications, students are required to light up a light-emitting diode (LED) with a self-made battery as one of the course objectives. At the same time, they are guided to explore the problems arising during the LED lighting process caused by defects in battery material preparation and poor battery assembly, and to make targeted improvements. This enables students to have a more intuitive understanding of the relationship between material preparation, battery assembly, and battery performance. A comprehensive experimental process is designed, which integrates the entire process from "problem setting - material characterization - preparation of positive electrode sheet - battery assembly - performance testing - identifying problems during LED lighting - solving problems". The article first introduces the basic connotation of PBL teaching, then elaborates on the advantages of introducing it into the course, and finally details the specific application process of PBL teaching in the "Materials Physics Foundation Training" course, as well as the expected difficulties, limitations and solutions in the teaching implementation.

## Keywords

PBL, Subjective Initiative, Teaching Research

Copyright © 2026 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

在推进现代教育发展进程中, 社会对具有主观能动性的高素质人才需求日益增长。《教育部等部门关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见》中指出进一步加强高校实践育人工作, 对于不断增强学生服务国家服务人民的社会责任感、勇于探索的创新精神、善于解决问题的实践能力, 具有不可替代的重要作用[1]。当前, 《材料物理基础实训》课程在电池测试完成后即结束, 学生缺乏对电池实际应用的直观感知。这不仅导致学生主观能动性不足同时学生的自主探究意识未被有效激发。因此, 本文增加了锌离子电池点亮 LED 的应用场景, 并将电池盒与 LED 进行电路连接, 旨在通过 PBL 教学解决学生“如何直观体验电池材料改进和组装良率对电池实际应用产生的影响”问题。本文的教学设计及研究, 计划于 2026 年秋季学期实施。

## 2. PBL 教学介绍

问题式导向学习法(Problem-Based Learning, PBL)最早是 Howard Barrows 在 1969 年加拿大麦克马斯特大学医学院创立。此后, 对 PBL 教学法阐述的各种观点不断丰富[2]。PBL 最核心的理论基础是建构主义。建构主义即学生在接受知识过程中, 借助他人的帮助和必要的学习资料, 主动根据自身已具备的认知、经验等将新知识系统融入既有的知识经验体系或完善其认识框架[3][4]。本研究以学生自己制备的电

池点亮 LED 灯珠为真实应用场景, 在教师引导下学生自主探究、查阅资料逐步解决问题完成课程, 体现了建构主义与 PBL 教学法。在建构主义基础上, PBL 教学以问题情境驱动, 强调学生通过自主学习、小组合作、教师引导等方式解决问题, 从而在解决问题中学生综合能力得到提升。

PBL 教学的基本特征主要包括: 1) 以小组为单位, 合作学习。在课程开始前, 教师提前说明分组情况、上课方式、课程安排、实验室安全及注意事项等, 让学生在上课前对课程有全方位的了解, 有助于课程顺利进行; 2) 根据课程情况, 合理设计课程问题。教师应根据课程合理设计问题, 既要保障问题有解决方案也要确保能调动学生学习的积极性; 3) 教师引导并协助学生研究课程问题。学生在探讨、解决问题过程中, 教师并非放任学生自由探讨, 而是从旁引导、协助、支持学生。既确保学生探讨方向正确性也能给予学生充足的空间去互动和思考; 4) 收集资料, 解决问题。在课程进行过程中学生遇到需要解决的问题时, 小组统一分工收集资料, 使得每个学生能成为某一个概念上的专家。小组同学同时能学习到多元化的知识; 5) 共同探讨, 整合资料。小组同学将自己查找到的资料整合汇总后, 从众多信息中筛选解决问题的最合适答案, 培养学生批判思考能力; 6) 总结、分享课程收获。在课程结束前, 各小组可以以书面、多媒体演示、口述等方式分享课程中遇到的问题及解决方案, 在该过程中相互学习, 提升整体的学习氛围[2]。

PBL 教学法在医学、体育、计算机及教育等领域均有相关应用研究[5]。目前其在教育领域实验教学中也得到了应用, 为实验、实训课程提供了宝贵经验。周玮等将 PBL 教学模式引入环境工程专业“无机化学实验”课程, 有效激发了学生的学习主动性, 显著提升其发现问题、分析问题、解决问题及团队协作的能力[6]。玉林师范学院教学团队将问题导向学习法应用于食品专业无机化学实验教学中, 取得了较好的教学效果, 学生的学习积极性和自主学习能力得到不断提升[7]。甘肃农业大学应用模块化实验设计、PBL 教学法和数字化工具, 构建了“基础验证 - 创新设计 - 综合拓展”三级教学体系; 通过改革, 学生的批判性思维、协作能力及科研成果转化能力显著增强[8]。PBL 教学法基于问题驱动教学, 引导学生通过查阅文献或小组合作等最终探究出解决问题的方法[9]。相较于传统“照搬式”学习, PBL 教学法不仅能激发学生学习的主动性, 还能有效提升了学生团队合作、沟通交流和研究探索等综合能力[10]。本研究的独特之处在于将问题真实化。研究将“电池能否点亮 LED”作为真实问题, 学生在探究过程中能观察到直接、实际的反馈。以问题驱动学生的同时让学生在“未点亮 - 寻找原因 - 再次验证”闭环中加深对实验内容和知识点的理解。

### 3. PBL 教学法引入《材料物理基础实训》课程的优势

#### 3.1. 构建真实应用任务, 激发学生内在学习动机

本课程以 PBL 教学法为指导, 在原有“材料表征 - 正极电极片的制备 - 电池组装 - 性能测试”的实验流程基础上增加“电池点亮 LED”作为应用任务。该环节将电池的制备质量与是否可点亮 LED 直接有效关联, 使学生在操作过程中始终能够将各环节与最终 LED 状态表现相联系。同时该环节的增设成为学生可观测、可感知的即时反馈, 促使学生在课程进行过程中主动将预习、操作实践、应用等环节知识融汇学习, 学习内驱力得到了有效激发。

#### 3.2. 构建问题驱动引领, 促进学生串联知识体系

问题作为 PBL 教学的核心, 教师应通过精心设计, 确保学生能够被课程问题所驱动[11]。本课程通过在实验流程中增设点亮 LED 环节, 使学生直接面对“搭载电池的 LED 灯珠不亮或者亮度弱等”问题。在解决问题的过程中, 学生需要回顾材料制备、电池组装、性能测试等多个环节, 逐步排查可能的影响因素。学生基于已具备和掌握的知识点为基础, 根据 LED 灯珠发光不良的具体现象, 结合老师讲解的知

识点反推造成问题可能的原因, 无形中达到将分散的各环环节知识点整合, 实现了对课程内容的整体性把握。

### 3.3. 构建学生自主探究形式, 凸显学生学习主体性

在教学过程中, 学生是学习的主体, 教师通过引导、启发等方式让学生自己观察、分析及独立思考, 从而内化为自身的智慧和才能[12]。PBL 教学引入课程后, 打破学生遇到问题向老师寻求答案的惯有模式, 学生在面临问题时需自主分析, 独立寻求解决办法。学生由被动执行转变为学习的主体, 教师则相应转变为学习资源的提供者与探究过程的引导者。在此过程中, 学生逐步形成独立解决问题的能力 and 习惯, 学生自主学习能力增强。

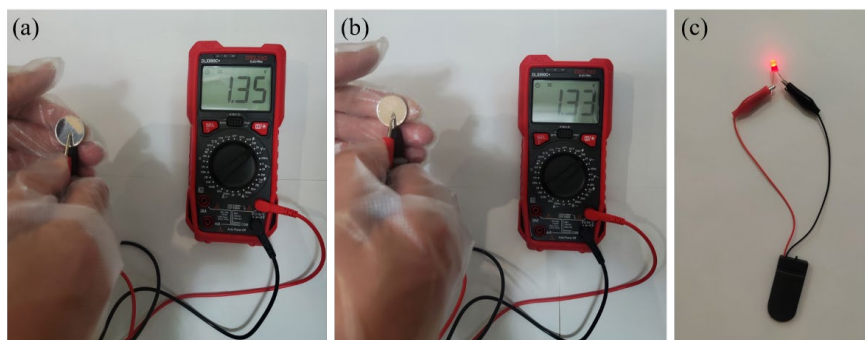
### 3.4. 构建共同探讨学习氛围, 增强学生团队协作与沟通能力

小组分工协作是 PBL 教学法的基本特征之一, 可有效增加学生的合作意识和学习经验。在本课程各环节进行过程中, 小组每个学生负责不同环节, 各环节之间也需要组内成员的相互配合。在点亮 LED 环节时, 小组将合作组装的电池放于连接 LED 的电池盒中。当 LED 表现欠佳时, 小组各成员各抒己见、发表观点、相互探讨交流, 动手找到解决问题的方案, 提升学生沟通及协作能力。在该过程中, 学生阐述自己观点、倾听他人意见, 在不断辩论中达到共识。同时, 各小组间相互共同沟通、交流及良性的竞争关系, 促使整体学习氛围的提升。

## 4. PBL 教学法在《材料物理基础实训》课程中的教学分析

### 4.1. 总体概述

本课程围绕锂离子电池开展教学, 教学过程在原有“材料表征 - 正极电极片的制备 - 电池组装 - 性能测试”环节中增设“电池点亮 LED”应用过程, 建立了从实验到应用的综合过程。增设应用环节在课程中的优势主要体现在三个方面: 一是教师和学生分工合理, 教师聚焦于探究电池材料和组装工艺对电池性能的影响, 从而在点亮 LED 具体的区别。图 1(a)和图 1(b)为采用万用表测量组装的锂离子电池。同时在课上教师侧重讲解重难点及实验引导。学生则专注于电池制备的各环节操作。二是电池搭载在 LED 上形成直观、及时的反馈, 这有助于学生将材料性能与应用表现融会贯通。三是学生以问题为指引, 促使其在实验过程中动手积极性提高。电池点亮 LED 未达到预计效果时, 学生自主探究、追溯原因。同时学生在自主分析和动手验证过程中, 综合能力和主观能动性得到了极大的提升。图 1(c)为采用两块电池串联放于电池盒方式点亮 LED 灯珠。本研究适用于有明确应用输出(如点亮 LED、驱动负载等)的实验、实训为主的课程。课程人数在 60 人左右, 且具备实验、实训条件及设备资源等。



**Figure 1.** (a) and (b) Measure the battery voltage using a multimeter; (c) Light up the LED lamp beads in series (voltage drop of the tube is 2 V~2.2 V)

**图 1.** (a)和(b)用万用表测量电池电压; (c) 串联方式点亮 LED 灯珠(管压降 2 V~2.2 V)

## 4.2. 课程教学环节设计

### 4.2.1. 课前 - 提出问题, 明确任务

《材料物理基础实训》课程采用随机分组教学的方式开展, 面向材料物理专业学生。课前对学生进行实验室安全培训, 强调实验室使用注意事项、安全防护、操作规范性等。教师通过展示锌离子电池点亮 LED 导入引起学生兴趣, 进而引出驱动问题“你们最终制作的电池能否点亮 LED?” 在问题提出过程中, 教师同时明确学生的课程任务为材料表征、正极电极片的制备、电池组装、性能测试、点亮 LED、发现问题并解决。教师通过提出问题与任务分解鼓励学生积极主动学习学习通线上资料、指导书及相关数据库资源等的学习, 从而了解锌离子电池组成、原理及各环节中影响锌离子电池正常运行的因素等。

### 4.2.2. 课中 - 电池组装与应用全流程实践

正极极片制备与电池组装、性能测试: 在实训课程开展过程中, 学生按照实验方案完成锌离子电池正极浆料制备、涂布、干燥、裁剪等过程。随后将裁剪的正极片与电池其余部件用压片机进行组装、性能测试(循环伏安测试、电化学阻抗测试、恒流充放电测试等)。教师在实验过程中适时提出问题引导学生关注各操作环节与最终应用之间的联系。例如浆料均匀性、电极厚度均匀性、各部件对齐度、电池封装质量对电池性能及 LED 表现的影响。学生在问题驱动下, 提升了对各环节操作的关注度。随后将裁剪的正极片与电池其余部件(图 2)用压片机进行组装, 然后对组装的电池进行性能测试(循环伏安测试、电化学阻抗测试、恒流充放电测试等)。



**Figure 2.** Components of the button battery (From left to right: positive electrode sheet, positive electrode, separator, zinc negative electrode, gasket, spring plate, negative electrode housing)

**图 2.** 纽扣电池各部件(从左到右依次为: 正极极片、正极壳、隔膜、锌片负极、垫片、弹簧片、负极壳)

电池点亮 LED 灯珠应用与问题解决: 学生将自制的电池安装至电池盒上进行应用测试。根据测试结果, LED 的情况分为点亮或未被点亮。无论哪种情况, 学生都能在课程中获得直观、真实的反馈。LED 被成功点亮时, 学生的自信心得以提升。但当无法点亮时, 问题自然呈现在学生面前, 促使学生主动探究、寻找解决方案。学生以问题为动力, 逐步回溯各操作环节, 排查原因解决问题重新组装电池。教师在整个过程中的角色定位为教学的引导者和指导者, 不直接为学生提供解决方案, 而是在学生遇到困惑时给予关键的提示。这贯彻了“以问题为中心、以学生为主体、以教师为引导”的 PBL 教学法核心[13]。例如, 小组用组装的两块电池串联点亮 LED, 但结果未点亮。在教师引导下, 学生可通过用万用表测试电池电压、检查电池封装均一性及密封性、学生拆开电池查看正极极片是否缺失及有无褶皱、各部件完整性及顺序等。学生逐步排查发现问题后重新组装再次验证, 逐步排查直至点亮 LED。在逐次验证解决问题过程中, 学生对课程内容的理解不断深化, 自主分析能力与团队协作能力同步提升。

### 4.2.3. 课后 - 总结与反思

教师和学生课后进行的关键环节是总结和反思。它是教学经验积累、教学成效判断、优化教学各环节的重要步骤。学生需将整体学习过程作为实验报告的一部分总结撰写, 内容包含从材料表征到点亮 LED 各环节、遇到的问题及探究解决过程、在小组团队中担任的工作及收获等。学生通过总结可明确知道自己已掌握的技能 and 存在的不足, 为后续针对性的学习提供方向。教师则通过学生的总结准确把握教

学效果, 后续教学环节的优化提供依据。教师在课程结束后对课程的系统梳理主要包括课程任务难度与学生能力的匹配性、课时分配的合理性、对学生的指导是否恰到好处、目前自制电池盒与教学的匹配性等。教师通过多维度分析总结学生在知识掌握、能力提升、素质培养方面的实际成效, 为后续教学积累经验。PBL 教学融入课程教学的流程如图 3 所示。

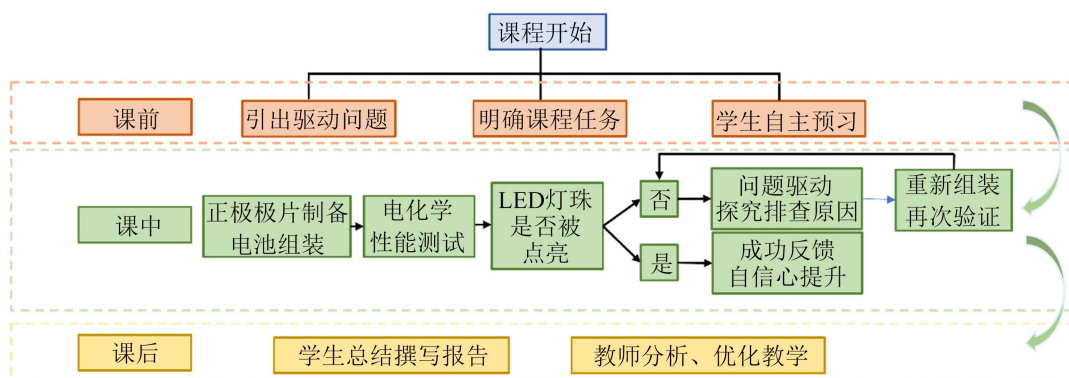


Figure 3. Integrating the PBL teaching method into the course teaching process

图 3. PBL 教学法融入课程教学流程

#### 4.3. 课前调查：学习动机、自我效能感和批判性思维分析

本研究拟采用问卷调查形式分析 PBL 教学法引入《材料物理基础实训》课程中的适配性。因本教学研究在 2026 年秋季学期开展, 目前仅对 2025 年秋季学期结束本课程的材料物理专业同学(33 人)开展调查研究, 实际参与调查研究的同学有 29 人。调查结果如表 1 所示, 作为课前兴趣及信息摸底调查使用。

从课前调查结果显示, 学生对课程中引入“电池点亮 LED 灯珠”感兴趣程度高, 学生对引入应用场景表现出积极的学习动机, 符合 PBL 教学法“以问题驱动教学”的教学设计。学生自信心较高, 有能力和信心在未点亮 LED 灯珠时能冷静分析找原因。这有利于学生在“测试 - 失败 - 分析原因找方案 - 再次验证”的循环中不断尝试。同时学生能在分析原因过程中综合考虑多种因素并倾听组员观点, 这表明学生已初步具备批判性思维及团队协作意识。这为课程开展小组合作与原因分析提供了有利条件。

Table 1. Pre-class questionnaire

表 1. 课前调查表

类别	调查内容	调查结果
课前调查	你对课程中引入“电池点亮 LED 灯珠”这个实用环节是否感兴趣	A. 非常感兴趣(65.5%) B. 感兴趣(34.5%) C. 比较感兴趣(0%) D. 不感兴趣(0%)
	当你用自己组装的电池未点亮 LED 灯珠时, 是否有信心通过冷静分析找到原因并改进	A. 非常有信心(58.6%) B. 有信心(41.4%) C. 比较有信心(0%) D. 没有信心(0%)
	在对电池未点亮 LED 灯珠进行原因分析时, 你会综合考虑多种因素(极片制备过程、组装电池过程等)找到原因, 在组内阐述自己观点的同时也倾听组员观点及建议	A. 完全符合(58.6%) B. 符合(41.4%) C. 较符合(0%) D. 不符合(0%)

#### 4.4. 教学效果设计

课程结束后, 本研究计划采用问卷调查、实验报告内容分析及小组访谈等进行综合评估 PBL 教学法在《材料物理基础实训》课程中的教学效果。问卷题目仍聚焦于学习动机、自我效能感和批判性思维分析等。实验报告内容分析则从学生实验报告中提取关于其对“电池未点亮 LED”问题从发现到解决过程的描述, 找出证明学生能力提升的证明。同时通过随机选择两个以上小组进行访谈, 了解学生在课程中遇到的问题、在课程中得到的收获等, 并用纸质记录留存。

#### 5. 教学实施中预期的困难、局限性及解决策略

PBL 教学法引入本课程可能会遇到的问题包括: 1) 当组装的电池未点亮 LED 时, 学生在分析解决问题过程中可能出现耗时过长问题; 2) 课程以小组方式进行, 可能出现小组个别学生蒙混过关现象; 3) 耗材使用时可能出现浪费现象。目前本研究的局限性主要体现在两方面。一是仅使用电池点亮 LED 灯珠作为应用任务稍显单一; 二是本文新增驱动问题引入教学后呈现的教学设计及评价方案未正式实施, 有待后续实施后验证实际效果。

针对以上问题及局限性, 解决方式分别为: 1) 教师在指导手册中应详细列明可能出现的各种现象及解决办法, 实验进行过程中提供适时指导; 2) 教师强调课程开始前做好分工, 组内同学相互监督, 同时在实验报告中写明各成员分工; 3) 教师在课前强调禁止浪费, 合理使用耗材, 组内安排同学监督; 4) 后续可增加电池驱动小型风扇、小型蜂鸣器及传感器等作为应用任务, 增加课程趣味性和挑战度。

#### 6. 总结

本文基于 PBL 教学法开展研究, 在对其含义进行阐述的基础上探究了“自制电池点亮 LED”这一任务引入课程的优势和流程。在《材料物理基础实训》课程中, 将电池应用链接课堂, 充分提升学生学习的主动性、积极性、创新能力、思维能力和团结协作能力等。在课程进行过程中, 教师角色由“授人以鱼”转变为“授人以渔”, 不为学生提供解决方案, 而是给学生指引学习方向。学生在探究过程中加深了对锂离子电池原理、材料表征、正极电极片的制备、组装电池、性能测试各部分内容理解及联通, 学习状态由被动学习变为主动探究问题解决办法, 创新能力和思辨能力逐步提升。

#### 基金项目

湖北汽车工业学院教学改革研究项目: “两性一度”的混合式“金课”建设背景下《材料物理基础实训》教学的改革与实践(JY2025037); 湖北省教育厅 2024 年度新工科建设项目《新工科背景下大学物理实验的改革与实践》; 湖北汽车工业学院教学改革研究项目《新工科背景下大学物理实验课程融入科学教育的探索和实践》(JY2024059)。

#### 参考文献

- [1] 本刊编辑部. 教育部等部门关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见(摘录) [J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(6): 4.
- [2] 刘磊. 问题导向(PBL)教学法在普通高校篮球普修课中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林体育学院, 2021.
- [3] 李玉鹏, 梁策. 建构主义理论在汽车运用与维修专业的教学实践[J]. 汽车维修与修理, 2026(10): 21-24.
- [4] 范鹏, 王洁, 张永杰, 等. 南京医科大学 PBL 教学本土化适配与体系化建构的实践探索[J]. 济宁医学院学报, 2026, 49(2): 181-186.
- [5] 卓琪. PBL 教学法提升中职生《土木工程力学基础》力学分析能力的行动研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州师范大学, 2025.

- [6] 周玮, 刘子国, 李连捷, 等. 工程教育认证背景下 PBL 教学模式在“无机化学实验”课程中的应用[J]. 湖北理工学院学报, 2026, 42(2): 92-96.
- [7] 徐家瑶, 樊明珠. 基于 PBL 教学模式的无机化学实验教学改革与实践[J]. 天津化工, 2024, 38(1): 159-161.
- [8] 杭照家, 张志霞. 基于创新能力培养的有机化学实验教学改革探究[J]. 兰州文理学院学报(自然科学版), 2025, 39(5): 116-121.
- [9] 许祯毅, 姜咸彪, 杨仲平, 等. 融合 OBE 理念和 PBL 教学法的教学创新与实践探索——以仪器分析技术实验课程为例[J]. 大学教育, 2025(15): 83-86+95.
- [10] 李彩兰, 李文娜, 莫镇涛, 等. 基于 PBL 教学法与开放式实验相结合的药理学实验教学改革[J]. 继续医学教育, 2023, 37(6): 17-20.
- [11] 康军凤, 成光华. 基于“PBL+线上线下混合”的高职数学教学新模式探索[J]. 学周刊, 2023(4): 25-27.
- [12] 汪洋. PBL 教学模式在高职数学教学中的应用[J]. 佳木斯职业学院学报, 2026, 42(2): 200-202.
- [13] 吕春杰, 刘青, 熊新, 等. 基于 PBL 理念的化工原理实验设计——以“吸收与精馏优化”为例[J]. 广州化工, 2025, 53(14): 201-203.

## 附录：PBL 教学在材料物理基础实训课程中的实施方案(计划)

### 1) 课程实施表(表 S1)

Table S1. Course implementation schedule

表 S1. 课程实施表

课程阶段	课时	主要内容	学生任务
课前	2	1) 实验室安全培训 2) 讲解课程安排、驱动问题及预习任务安排	自主探究完成预习及课前预习任务
课中(1)	3	1) 在学生预习并完成 X 射线衍射仪(XRD)及扫描电子显微镜(SEM)虚拟仿真实验基础上对这两种物相表征过程及原理进行提问互动 2) 学生在教师讲解重点内容基础上按小组进行 MnO <sub>2</sub> 水系锌离子电池电极浆料和电解液制备	完成电极浆料及电解液制备
课中(2)	1	1) 将制备的浆料涂覆在不锈钢箔上并放置于干燥箱中干燥 2) 用切片机裁剪锌片、隔膜	制备正极极片
课中(3)	4	1) 用切片机裁剪极片并称重 2) 组装电池, 进行交流阻抗测试(EIS)	完成电池组装
课中(4)	2	对组装的电池进行恒流充放电测试、循环伏安测试(CV)	完成电池测试
课中(5)	4	1) 点亮 LED 灯珠 2) 问题排查与重复验证	点亮 LED
课中(6)	4	1) 讲解数据处理及实验报告撰写要求 2) 讲授 Origin 等软件分析工具使用方法 3) 小组访谈	学习、交流分享经验
课后		总结撰写实验报告	总结收获、撰写报告

### 2) 材料清单

锌离子电池正极材料(如 MnO<sub>2</sub>); 锌片; 不锈钢箔; 电解液(2 M ZnSO<sub>4</sub> + 0.1 M MnSO<sub>4</sub>); 粘结剂(聚偏二氟乙烯); 导电剂(Super P); 纽扣电池各部件(正极壳、负极壳、垫片、弹簧片); 电池盒与 LED 灯珠连接的测试装置; 万用表等。

### 3) 学生及教师指导手册(目录)

指导手册包含的目录包含实验室安全培训(仪器设备操作方法及注意事项、安全须知)、X 射线衍射仪(XRD)和扫描电子显微镜(SEM)虚拟仿真实验安排及注意事项、水系锌离子电池简介、正极极片制备流程、纽扣电池组装流程、电化学性能测试说明、点亮 LED 灯珠测试及问题排查指南、Origin 等软件分析工具方法、实验报告撰写要求。

### 4) 评分量规

“电池点亮 LED 灯珠”驱动问题引入课程, 评分根据问题分析(25%) + 问题解决及分析验证(25%) + 团队协作(25%) + 总结反思(25%)进行。