文章编号:1005-4642(2024)05-0058-05

基于科学探究的实验课闯关教学模式探索
——以“测量匀变速直线运动的加速度”为例

王宇辰[1],余耿华[2],曾长兴[1],谢桂英[3],闵喜珍[4]
(1. 华中师范大学龙岗附属中学,广东 深圳 518100;2. 广东省教育研究院,广东 广州 510350;
3. 广州市荔湾区教育发展研究院,广东 广州 510370;4. 广州市第八十六中学,广东 广州 510799)

摘　要:从学生的最近发展区和认知思维发展的特点出发,以项目化学习为支撑,以思维进阶为目标,以进阶问题链为阶梯,运用自主、合作、比赛和对比的闯关形式,激发学生的探究热情,促进学生的动手实践和科学思维能力的发展. 以“测量匀变速直线运动的加速度”为例进行教学设计,将理论运用于实际,以期达到落实学生学科核心素养的目的.

关键词:科学探究;闯关教学;核心素养
中图分类号:G633.7　　**文献标识码**:B　　DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2024.05.010

《普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)》指出:科学探究是指基于观察和实验提出物理问题、形成猜想和假设、设计实验与制订方案、获取和处理信息、基于证据得出结论并作出解释,以及对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思的能力[1]. 本文立足科学探究,以具身认知理论为支撑,以项目主题为导向,以闯关任务为驱动,构建基于科学探究的实验课闯关教学模式,从学生最近发展区和认知思维发展的特点出发,设计思维进阶的链式问题,促进学生认知的有效迁移,从而达到培养学生物理学科核心素养的目的.

1　实验课闯关教学模式介绍

中学物理闯关教学策略以具身认知理论和科学探究理论为支撑,通过项目化学习,以思维进阶为目标,以进阶问题链为阶梯[2],引导学生在真实情境中发现问题、解决问题[3]. 本文在科学探究中融入闯关教学策略,依托项目化学习,构建了闯关教学模式,如图 1 所示.

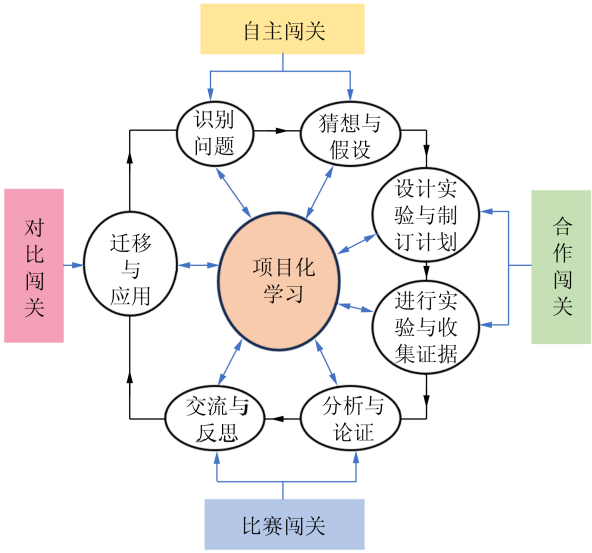

图 1　闯关教学模式

项目化学习真实情境的特征联结了生命科学、基础学科和真实世界,赋予学生探究的双眼、具身的体验,促进学生更热情、更自由、更富有创

收稿日期:2024-02-22;**修改日期**:2024-03-26
基金项目:广东省中小学教师培训中心专项科研项目(No. GDSP-2021-E002);广东省教育科研规划 2021 年度中小学教师教育科研能力提升计划重点项目(No. 2021ZQJK124);广东省中小学“百千万人才培养工程”专项科研项目(No. BQW2021JGL024);广东省教育科学规划 2023 年度中小学教育科研能力计划项目(No. 2023YQJK800);广东省重点领域研发计划“新一代通信与网络”重大专项(第七批)项目(No. 2020B001130014)
作者简介:王宇辰(1991—),女,江苏新沂人,华中师范大学龙岗附属中学一级教师,硕士,从事 MDA 教学模式的建构与实践、高中物理课堂教学与课外拓展的研究工作. E-mail:435745629@qq.com
通信作者:余耿华(1976—),男,广东兴宁人,广东省教育研究院教授,硕士,研究方向为玩中思研中学、学校课程与教学、闯关教学. E-mail:yugenghua@126.com

造性地投入到对新事物的探索中. 实验课闯关教学模式参考游戏闯关理念，巧设进阶式关卡，运用自主、合作、比赛、对比的闯关形式，激发学生探究的热情.

具身认知是身心一体的基于具体情境与环境变化的互动认知[4]，依据具身认知理论，自主闯关环节强调学生运用批判性、逻辑性、创造性的思维识别问题，调动身体已有的体验和认知，依靠直觉、逻辑推理进行猜想和假设，结合心智系统等具身模拟通道，主动建构并形成探究认知；合作闯关环节强调在“参与-互动”中设计实验与制订计划，对同伴的立场、观点进行比较、分析、推理、综合，形成实验方案，并进行实验和收集证据，在合作交流中发现问题、解决问题，促进更深层次的理解；比赛闯关环节强调小组间的思维碰撞，引发学生的具身效应，以辩论、比赛等闯关形式对实验数据进行分析与论证，在交流和反思中引起学生对问题本质的思考，激发个人和群体学习的内驱力；对比闯关环节强调将科学探究过程中获得的物理观念、感知、体验等运用于生活实际，自主对比理论知识与生活实际，解决新的待探究问题.

2　基于科学探究的实验课闯关教学案例

在学生实验课闯关教学模式下，基于科学探究，将理论运用于实际，设计学生实验课闯关教学流程，如图 2 所示.

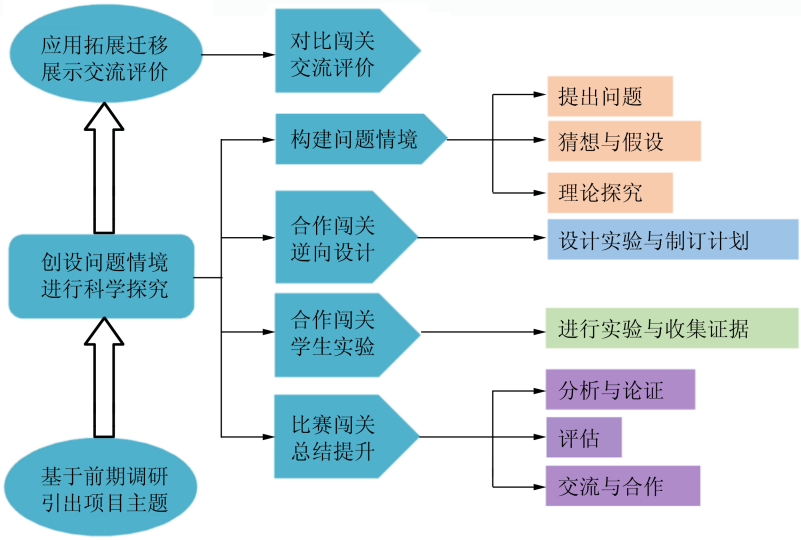

图 2　学生实验课闯关教学流程

下面以粤教版高中物理必修一第二章第 3 节“测量匀变速直线运动的加速度”教学为例，设计闯关教学案例.

2.1　基于前期调研，引出项目主题

前期调研：随着电动自行车的普及，因不规范行驶发生的事故也在逐年攀升，而交通安全与人们对变速运动规律的认识关系密切. 通过采访交警、观看国家出台的电动自行车行驶的交通规则相关视频，了解日常生活中骑行电动自行车应该遵守的交通规则.

项目主题：交通安全与人们对运动规律的认识关系密切，以“研究电动车的启动、刹车性能和安全行驶问题”作为主题情境，探究电动自行车的运动特点和规律.

设计意图：在真实情境中发现问题，基于前期调研，关注学生兴趣和社会热点.

2.2　创设问题情境，进行科学探究

关卡 1：提出问题

实际电动自行车的运动非常复杂，如何构建简单的变速运动模型呢？教师可以引导学生以小组为单位合作建构出小车在重物牵引力作用下的变速运动，如图 3 所示.

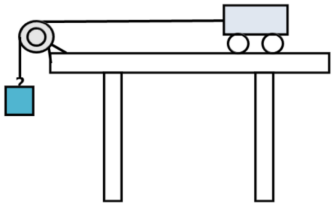

图 3　简单的变速运动模型

设计意图：让学生经历解决物理问题的基本过程——模型建构，通过模型建构强调物理情境与物理概念的关联，促使学生的物理前概念逐步接近科学认知，帮助学生形成正确的物理观念，从而提升学生的科学思维能力[5].

关卡 2：猜想与假设

小关 1：小车将做怎样的运动？

小关 2：匀变速直线运动的速度和位移特点是什么？

小关 3：假设物体做匀变速直线运动，在 2 个连续相等时间 T 内的位移分别为 s_1 和 s_2（图 4），如何推导匀变速直线运动的加速度 a 和中间时刻的速度 v_B？

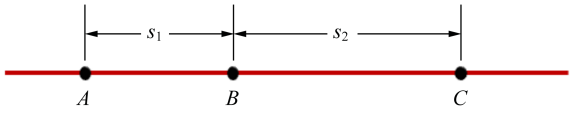

图 4 匀变速直线运动示意图

设计意图：在实验探究前设置理论探究环节，不仅温故知新，在原有公式上推导加速度公式，符合学生思维发展需要，而且推导出的公式可以为实验探究的数据处理奠定基础.

关卡 3：设计实验与制订计划

提供实验器材（图 5），让学生以小组为单位，讨论设计实验方案，探究小车是否做匀变速直线运动.

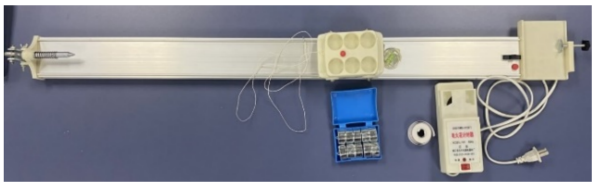

图 5 实验器材

设计意图：以小组形式促进学生解释交流、分析论证，提升学生的科学思维能力. 明确实验目的是实验设计的基础和前提，在充分发挥学生的想象力和团队协作能力的同时，提供的实验器材可以帮助学生在较短时间内选择科学的探究方法.

关卡 4：进行实验与收集证据

学生组装实验装置，完成实验操作，选出点迹清晰、没有漏点的纸带，测量并记录数据.

A 组学生：用 1 个砝码拉小车，小车中放 1 个砝码.

B 组学生：用 1 个砝码拉小车，小车中放 3 个砝码.

设计意图：让学生经历由理论变成实践的过程，经历如何具体操作才能获得正确真实有效数据的过程，提升学生的动手操作能力.

关卡 5：分析与论证

小关 1：测量并记录数据（表 1）.

表 1 记录数据

计数点	t/s	x/cm	v/m·s^{-1}
0	0	0	—
1			
2			
3			
4			
5			
6			—

说明：瞬时速度 v 的计算结果保留 2 位小数.

小关 2：如何判断小车是否做匀变速直线运动？

小关 3：怎样根据表格数据求出小车的加速度？

小关 4：如何计算计数点的小车瞬时速度？

小关 5：用图像法处理实验数据，求出小车的加速度.

小关 6：对比 A 组和 B 组求得的加速度是否相同？

小关 7：如果车的质量相同，悬挂不同砝码，结果又会如何？

设计意图：学生通过实验数据发现规律，运用理论探究公式求解加速度和瞬时速度，培养学生科学推理的思维习惯；通过对实验数据的处理和分析，学会利用物理图像解释证据，培养学生物理研究的规范意识和实验操作能力[6]；通过 A 组和 B 组数据的对比分析，激发学生探究真理的好奇心和求知欲，提出开放性问题引发学生思考，培养学生的批判性思维意识和大胆质疑的能力，为接下来学习力学做铺垫.

关卡 6：交流与反思

小关 1：实验操作中应注意哪些问题？

小关 2：实验误差来源有哪些？

小关 3：科学探究的一般环节有哪些？

设计意图：学生以小组为单位对探究过程进行分享，锻炼学生的语言表达能力，让学生经历推理、归纳、评估和反思的过程，逐步形成独立思考、主动探索的实验习惯，促进学生的自我完善、发现新的探究问题，引导学生自主获取知识或信息，真正做到以学生为中心、以问题为中心.

2.3　应用拓展迁移，展示交流评价

关卡 7：应用与迁移

除了利用打点计时器研究小车的运动，还可以采用什么方法探究电动自行车的运动规律？

早在文艺复兴时期，伽利略就利用滴水法来研究物体的运动. 通过类比迁移，学生想到利用输液瓶来探究小车的运动规律，输液瓶中水滴滴落的时间间隔相同，将其与小车相连，原理类似于打点计时器，利用水滴滴落在白纸上记录小车的运动信息. 除此之外，学生可以将探究活动拓展到课外，利用滴水法探究电动自行车启动阶段速度随时间的变化规律.

综上，学生经历了设计实验方案、组装实验装置、测量时间间隔、数据采集、数据测量与记录、分析与论证、交流讨论等科学探究的过程，最后得出电动车启动阶段速度随时间的变化规律，即速度随时间逐渐变大，加速度随时间逐渐变小.

设计意图：通过课外探究课题，鼓励学生利用生活物品开展物理实验，使学生有更多动手做实验的机会，更好地发展学生的实验技能，提高学生的创新能力和实践能力. 问题来源于生活，将科学探究方法运用于解决生活问题，探寻生活化、情境化的物理教学方法和知识呈现方式，既能锻炼学生研究综合问题的能力，又能培养学生关注科学与技术以及社会的相互联系，提高学生的社会责任感意识[7].

关卡 8：交流与评价

利用手机传感器探究电动自行车的启动和刹车过程中速度随时间的变化规律，如图 6 所示. 通过展示探究数据并对比，分析实验误差的来源，结合所描绘的图像讨论电动自行车行驶的安全速度和安全距离问题，归纳总结出骑行电动自行车应该遵守的交通规则.

设计意图：应用物理规律解决真实问题，充分体现物理来源于生活并服务于生活的教育理念，同时培养学生正确的科学态度和社会责任感.

图 6　手机传感器实验数据

3　实施实验课闯关教学模式的优势

3.1　融入闯关教学策略，实现高阶思维培养

著名教育学者 R. Bruce Williams 先生指出，高阶思维的培养要将知识包裹在能够唤起情感的情境中，在启发式问题引领下，鼓励学生勇于探索、大胆尝试、创新创造，促进学生意义学习的认知发展. 在科学探究中融入“闯关”策略，构建闯关实验教学模式，每个关卡包含符合学生认知发展水平的科学思维过程，层层递进，驱动学生思维的快速流动，在不断思考、追问、厘清、创生中培养学生的高阶思维技能，提高学生的知识迁移能力和运用知识解决实际问题的能力[8].

3.2　依托项目驱动，立足科学探究

项目化学习可以促进学生基于真实情境下学科和跨学科问题解决能力的发展，引导学生在真实情境中发现问题、解决问题. 科学探究让学生主动发现问题、收集资料和解决问题，在科学探究中学习科学内容，建构物理观念；在体验、理解和应用科学研究方法中提升探究能力，形成科学思维；在认识科学、技术、社会、环境关系的基础上形成探索自然的内在动力，树立正确的科学观念[9].

3.3　设置开放性问题，培养质疑创新能力

通过巧设闯关进阶式关卡，提出开放性问题引发学生思考，激发学生探究真理的好奇心和求知欲，培养学生的批判性思维意识和大胆质疑的能力. 同时，创设生活情境，设计开放性的课外探究课题，让学生在解决实际问题的过程中产生对世界和知识的情感与态度.

4 结束语

基于科学探究的学生实验课闯关教学模式有利于促进学生的动手实践和科学思维能力的发展,有利于学生学科核心素养的培养. 在实际教学中,实验教学环节应根据需要有所侧重、有所取舍. 该教学模式同样可以应用在规律课等课型中,也可以为其他学科的核心素养培养提供借鉴.

参考文献:

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.

[2] 余耿华. 基于游戏闯关教学模式,促进科学推理水平进阶:以"牛顿第一定律"教学为例[J]. 中学物理教学参考,2022,51(32):1-4.

[3] 苏西·博斯,约翰·拉尔默. 项目式教学[M]. 周华杰,陆颖,唐玥,译. 北京:中国人民大学出版社,2020:15-18.

[4] 周莉. 具身认知视域下高中物理教科书中科学探究活动设计研究[D]. 济南:山东师范大学,2022.

[5] 王宇辰,胡正. MDA 习题课教学模式的建构与应用:以"动能定理的应用"习题课教学为例[J]. 物理教师,2022,43(6):85-89.

[6] 黄恕伯. 人教版《第三章 相互作用——力》编写说明[J]. 中学物理(高中版),2019,37(17):2-6.

[7] 赵雨曦. 中法高中物理教材科学探究活动的比较研究[D]. 大连:辽宁师范大学,2021.

[8] 彭涌. 科学探究与合作学习在高中物理教学中的应用研究[D]. 南昌:江西师范大学,2005.

[9] 刘媛媛,刘高福,庞礼军. 基于核心素养的中美高中物理教材比较探究:以运动学与力学为例[J]. 物理教学探讨,2020,38(3):13-18.

Exploring the entrance teaching mode of experiment course based on scientific inquiry

——Taking measuring the acceleration of uniform change speed linear motion as an example

WANG Yuchen[1], YU Genghua[2], ZENG Changxing[1], XIE Guiying[3], MIN Xizhen[4]

(1. Longgang High School Affiliated to Central China Normal University, Shenzhen 518100, China;
2. Guangdong Academy of Education, Guangzhou 510350, China;
3. Guangzhou Liwan District Institute of Education Development, Guangzhou 510370, China;
4. Guangzhou No. 86 Middle School, Guangzhou 510799, China)

Abstract: Starting from the characteristics of students' recent development area and cognitive thinking development, we took project-based learning as the support, took thinking advancement as the goal, and took the advanced problem chain as the ladder, and used the forms of autonomy, cooperation, competition and comparison to stimulate students' enthusiasm for exploration, and promote students' hands-on practice and scientific thinking ability development. Taking measuring the acceleration of uniform change speed linear motion as an example, the teaching design was implemented by applying the theory to practice in order to achieve the purpose of implementing students core literacy.

Key words: scientific inquiry; entrance teaching; core quality

[编辑:龙玉梅]