

物理大观念导向的真实情境下的高中物理实验探究

——以超重和失重为例

何喆宇

杭州师范大学物理学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年6月16日; 录用日期: 2025年7月30日; 发布日期: 2025年8月7日

摘要

研究基于“双新”的课程背景, 利用文献研究法, 梳理了物理观念、大观念等知识概念, 以“超重与失重”章节为例, 开展了基于物理大观念及真实情境的实验教学探究。通过创设真实情境, 引导学生运用Phyphox工具创新课本实验, 探究超重和失重过程中加速度的变化, 旨在提升学生对物理概念的深入理解与应用能力, 培养学生物理大观念。研究认为, 物理大观念导向的真实情境下的实验教学, 能有效激发学生学习兴趣, 促进其科学思维和问题解决能力的提高。

关键词

真实情境, 物理大观念, 物理创新实验, 超重和失重

High School Physics Experimentation Guided by Big Ideas in Physics within Authentic Contexts

—A Case Study on Overweight and Weightlessness

Zheyu He

School of Physics, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

Received: Jun. 16th, 2025; accepted: Jul. 30th, 2025; published: Aug. 7th, 2025

Abstract

Against the backdrop of China's "Double New" curriculum reform (new curriculum standards and

new textbooks), this study employs literature analysis to clarify conceptual foundations such as “physics concepts” and “big ideas”. Taking the chapter “Overweight and Weightlessness” as an exemplar, we conducted an experimental teaching investigation guided by big ideas in physics within authentic contexts. By designing real-world scenarios, students were guided to innovate textbook experiments using Phyphox tools, exploring acceleration changes during overweight and weightlessness phenomena. This approach aims to deepen students’ conceptual understanding and application skills while cultivating their big ideas in physics. Findings indicate that authentic context-based experimentation guided by big ideas effectively enhances learning motivation and advances scientific thinking and problem-solving abilities.

Keywords

Authentic Contexts, Big Ideas in Physics, Physics Experiments, Overweight and Weightlessness

Copyright © 2025 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

2022年4月,《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)颁布,指引着新一轮的物理课程改革[1]。新课标指出,物理课程要培养的学生核心素养,包括物理观念、科学思维、科学探究和科学态度与责任,其中物理观念是四个核心素养中的首要要素,是在理解物理概念、规律、原理的基础上形成的对客观事物的总体认识。基于课堂观察,在现有的评价体系及人才选拔方式下,当前高中物理课堂教学模式仍受传统应试教育的影响,教师忽视学生物理观念和大观念的构建,以考定教的现象普遍存在。种种因素导致高中物理课程的开展缺乏系统性与整体性,物理知识体系被试题所割裂,学生在物理概念理解、公式运用等方面往往存在一定困难,难以对所学的知识进行统筹与升华,学习物理的信心受到一定的负面影响[2]。学生完善人格的培养需要将所学的知识内化为自己的智慧,为实现学生的“转识成智”而非“用识应考”,基于上述因素的影响,认为大观念统领下的物理教学符合当下物理课堂发展方向。

2. 相关概念界定

2.1. 观念及物理观念

“观念”这个词起源于希腊语,它与表示“看”的动词 *idein* 和 *eidos* 有关,原意为“事物的形式”[3]。其最初的含义指的是肉眼可见的物体外观,后来扩展为指代人们通过内心的“视觉”所感知到的事物的内在形态和本质[4]。新课标中指出物理观念是从物理学视角解释自然现象和解决实际问题的基础。通俗来讲物理观念即为学生通过物理课程的学习,把零碎的物理概念和规律在脑海中加以提炼升华得到一般的规律,在遇到生活中的物理现象时能第一时间用物理知识解释和解决问题的思维意识。提炼是从多到少的过程,升华是从内而外、由个人到文化的过程,不是简单的被动接受。

值得注意的是,物理知识本身并不等同于物理观念,物理知识是物理观念形成的基石,学生通过高中物理课程的学习,形成相关水平的物理观念[5]。例如学生在学习完了加速度的相关知识后,并不意味着他能够用加速度的概念去解释生活中与加速度有关的物理现象。倘若学生能够说出汽车加减速的本质是加速度的变化,即物体速度变化的本质是加速度的影响类似的言论,则代表其形成了相关的物理观念。

这里的主语很明显是学生，学生不仅是课堂的主体，还是认识世界的主体。因此，可以概括说观念是个体对事物进行主观和客观认识后形成的一个有组织的整体，它反映了人们对于客观世界的概括性理解。可以想见，这种概括性的理解可以是片面的、狭隘的或者错误的，即学生会错误的认识与概括客观世界。因此教师在这扮演的角色是通过教授物理课程，引导学生通过物理专业知识的学习形成正确的物理观念。

也有学者认为物理观念的主语应该是物理学家，冯华在其文章《以物理观念统领物理教学》中指出，观念是客观世界的事物在人脑中留下的概括性认识，而物理观念是物理学家经历漫长的实践验证和理论研究，概括总结出的对物理世界的根本认识[6]。这两种观点并无对错之分，学生的观念和物理学家的观念是相互联系的。学生的学习过程可以看作是对物理学家已形成的物理观念的一种理解和吸收，即物理观念既是学生在物理学习过程中逐步构建的认识体系，也是物理学家通过科研实践形成的对自然界的深刻理解。

2.2. 物理观念体系

物理观念包括一般的物理概念和规律，物理观念体系是由最基础、最本质的物理观念构成的有机整体，不是简单的定义或公式堆砌，而是承载着自然界运行规律的深刻理解[2]。它涵盖了从基础的运动学、力学、热力学到电磁学、光学、原子物理等多个领域，每个领域都有其独特的物理观念体系。这些观念不仅是知识的载体，更是培养学生科学思维、逻辑思维和问题解决能力的关键。

在学习过程中，学生需要逐步构建起自己的物理观念体系，通过理解物理现象背后的本质原因、掌握物理规律的适用范围和条件，以及运用这些规律解决实际问题，来不断深化和巩固自己的物理观念。这一过程不仅要求学生具备扎实的基础知识，更需要他们具备批判性思维、创新精神和实践能力。物理观念体系的形成可以从三个主要方面来理解[7]：首先是学生在“亲知”的基础上对物理学科具体知识点的深入思考和总结，了解物理概念，这有助于他们建立基于知识体系的物理观念，例如对力、运动和能量等方面的理解。其次是学生在物理探索和学习过程中的自我反思，这有助于他们形成方法论层面的物理观念，如掌握微元法、等效替换法和模型构建等科学方法。最后是学生对物理学在社会和日常生活中应用价值的领悟和思考，这有助于他们培养情感态度与价值观层面的物理观念，比如形成对物理学重要性和实用性的认识(图 1)。



Figure 1. The structure of the physical concept system
图 1. 物理观念体系的结构

这三个方面相互补充，共同促进学生物理观念的全面发展[7]。

2.3. 大观念

大观念起源于国外的“big ideas”，也可译为大概念，本文对此不做区分。与物理观念不同的是，大观念的主语是专家，大观念是体现学科的本质、联系课程内容、统摄教学过程的原理、思想和方法[8]，是在一系列物理观念中起核心引领作用的更抽象、更具概括性的观念。大观念是众多物理观念的综合与统整，是更上位的物理观念[2]，是这个体系中起核心作用的观念。大观念能够帮助学生建立物理观念之

间的联系，利于观念的形成。物理课程标准编写组的组长廖伯琴认为，国际科学教育领域中所提出的核心概念(core ideas)、大概念(big ideas)等表述方式与物理观念有着基本一致的内涵，已成为世界各国课程标准中的核心内容[9]。因此不同学者对于大观念的界定有所不同，尚未形成较为一致的定论。文章认为物理大观念来源于课程知识的整合，是学科的核心概念，是各领域专家的思考和感知问题的方式，更像是指导性猜想，是一个宏观的知识认知。不同于某一具体的学科或知识，是反映学科本质的存在，是统领各单元观念的上位观念。

大观念通常具有跨学科的特性，它们不仅适用于物理学科，还可以应用于其他科学领域，甚至日常生活中。这种跨学科的应用有助于学生建立更广泛的知识联系。物理大观念具有概括性、永恒性、普遍性、抽象性等特点，适用于较大范围的概念，能够用于解释和预测较大范围内的物理现象。而一般的物理观念则更具体、更局限于某个知识点或概念。

3. 物理大观念导向的高中物理实验路径探索

物理大观念导向的实验教学旨在引导学生在高中物理课程的学习过程中，逐步构建符合其认知水平的物质观、运动与相互作用观以及能量观。这样的设计应使学生能够运用这些物理核心概念来解释自然界的现象，并解决实际生活中遇到的问题，为其未来的学习和个人发展奠定坚实的基础[10]。基于物理大观念的形成过程，高中物理实验课程开展路径可分以下几个环节：

环节 1：激活先验知识，构建物理观念

根据艾宾浩斯遗忘曲线，知识的遗忘进程先快后慢，在学习新知识时，旧知识在不同程度上存在遗忘。根据物理观念的形成过程，物理观念是基于课程知识的，因此为更好地构建正确的物理观念，需要对学生的旧知进行复习。

环节 2：创设真实情境，引趣生疑

这一环节旨在构建不同类型的真实情境，激发学生课堂兴趣，引发学生思考，引导学生从物理学的视角观察情境，概括属性，抽象物理特征，自主建立基本概念。

随着新课改的推进与实施，基于真实情境的教学设计与教学评价得到广泛关注。设计一个学习环境首先要明确学生需要学习什么以及学习内容相关的真实世界情境是什么。学习活动必须融入于真实应用的情境中，否则将得到惰性知识[11]，情境的创设是基于学生已有经验、符合学生年龄和认知水平的，一个好的情境创设能使学生感同身受甚至引起共鸣。情境能够激发学生的问题解决意识，引发学生思考。那么情境创设有以下三大原则：

1) 真实性原则

真实性原则指的是在教学中使用或设计的学习情境应当尽可能地反映现实世界的情况，以便学生能够在接近实际的环境中学习和应用物理知识。真实性原则要求学生在真实性应用情境中，解决真实问题，发展真实能力。

2) 认知性原则

这里的认知是指学生的认知，教师应该思考，学生将经历怎样的认知和思考过程，在此过程中教师需要提供“认知脚手架”来促进学生学习的过渡，塑造学生的认知结构，这是学习环境设计的核心内容与关键要素。

3) 弹性原则

这里所说的弹性是指情境的宽度和厚度，情境的宽度是指期望学生何时或者多快进入学科，厚度是根据学科不同的目的与学生不同的需求和能力来装扮情境，体现知识的深度。

环节 3：真实问题驱动，大观念引领，探究设计实验

在这一环节中，教师应鼓励学生基于真实情境提出具体的内容问题，并引导他们运用物理大观念来设计实验方案。

① 问题提出：学生根据真实情境，提出他们感兴趣的物理问题，设计相应内容问题。

② 大观念应用：教师引导学生思考哪些物理大观念可以用来解决这些问题，如运动和相互作用、能量等。

③ 实验设计：引导学生设计实验来验证他们的假设，包括选择合适的实验器材、设计实验步骤和安全措施。

环节 4：实验验证

学生按照设计的方案进行实验，收集数据，并进行实验数据分析，与理论值进行比较，自主建立现象中的物理大观念和宏观规律，初步从物理观念的角度认识和理解实验本质。促使学生在概念和规律基础上提炼出核心观点，加深对物理观点内涵的挖掘和升华，进一步完善自身的物理观念[5]。

环节 5：拓展迁移

在实验验证的基础上，学生将所学知识和技能应用到新的情境中，鼓励学生思考如何将实验中获得的知识和技能应用到其他相关领域，培养学生发散性思维和问题解决能力。并设计新的实验或问题解决任务，让学生实现知识迁移。

环节 6：反思总结，整合大观念

最后，学生需要对整个实验过程进行反思和总结，以巩固和整合他们的物理大观念，教师引导学生将实验经验与物理大观念相结合，形成更为系统和深入的理解。

4. 物理大观念导向的高中物理实验设计案例

环节 1：激活先验知识，构建物理观念

《超重与失重》是新人教版(2019)普通高中物理必修一第四章第六节的内容，对应的物理大观念是运动和相互作用。在此之前，学生已经学习了速度、加速度、匀变速直线运动、牛顿运动定律等相关知识，初步建构了物质观以及运动和相互作用的物理大观念。教师组织学生有目的地回忆这些知识，重构物理观念。

环节 2：创设真实情境，引趣生疑

引入生活中几乎人人都经历或有所体会的真实情境：你在一部垂直电梯上，当电梯启动的一瞬间，你会感受到似乎自己变重了，而当电梯即将停下的时候，你又感觉自己变轻了，这是为什么呢？你能用已学的物理知识来解释这一现象吗？

有些同学可能从未关注过这一现象，但当老师创设这一真实情境，大部分同学都有所体会，引发学生思考。教师将教学内容挖掘出的物理观念培养因素与学生已有的认知进行链接，提供融入本节概念的真实体验情境，通过设问促使学生理解和感悟。

环节 3：真实问题驱动，大观念引领，探究设计实验

物理大观念作为一个宏观的观念，对一系列物理实验起到统领的作用，在一个物理实验中也可融入物理观念进行多样化开展。

引导学生发现问题：课本实验设计以人为研究对象，让学生站在体重计上静止下蹲和起立，观察体重计示数的变化，虽然实验现象十分明显，但指针转动过快常常难以看清示数变化趋势，且学生较难理解超重失重过程中加速度的变化[12]。教师抛出一个问题：那我们可以怎样修改实验呢？

讲授新知：牛顿第二定律指出，物体的加速度与作用在物体上的合外力成正比，与物体的质量成反比，即 $F = ma$ 。在超重和失重实验中，这个定律用于解释物体在不同加速度状态下所受力的变化。需要

注意的是，超重和失重时物体重力并没有改变，改变的只是物体对支持物的压力或者悬挂物的拉力，即视重发生了变化。视重大于重力时为超重，视重小于重力时为失重。

介绍新工具：**Phyphox** 是一款手机应用软件(图 2)，其通过调用手机内置传感器，包括加速度传感器、磁力传感器、陀螺仪(旋转传感器)、光传感器、压力传感器、麦克风以及 GPS 等实现物理量测量。**Phyphox** 软件利用手机传感器获取数据，实时显示各种物理数据，并附有直观的物理图像，便于使用者利用手机传感器设计各类物理实验，对传统实验进行改进，可以更好地提高物理实验教学和课堂实验演示的效果，改变传统探究性物理实验依赖专业传感器的现状。



Figure 2. Phyphox software interface

图 2. Phyphox 软件界面

教师要求学生利用此软件创新实验方案，改进课本实验：**Phyphox** 加速度模块可实时测量 x、y、z 三个方向的加速度的优点，因此只需让实验人员手持手机且尽量保持手机与身体不产生相对运动，即可测出下蹲和起立过程中实验人员加速度的变化，并在 **Phyphox** 软件中呈现出 a-t 图像。结合实验人员实际体重与体重称视重的关系，即可直观观察到失重和超重过程中加速度的变化，而无需借助专业的力学传感器，所用物理符号见表 1。

Table 1. The physical symbols used

表 1. 所用物理符号

符号	物理含义，单位
a	加速度， m/s^2
F	力，N
m	质量，kg

环节 4: 实验验证

实验与数据收集：学生手持手机站在体重计上，尽量保持手机与身体保持相对静止。随后学生从静止状态下蹲然后起立，在下蹲和起立的过程中，**Phyphox** 软件将实时测量并记录加速度的变化，并在软件中生成 a-t 图像。

观察与记录：另一名同学负责观察实验过程中体重计示数的变化，要求记录超重和失重状态时的体重计的示数。实验结束后结合 Phyphox 软件生成的 a-t 图像，分析超重和失重过程中加速度的变化趋势。

数据分析：学生结合牛顿第二定律，通过超重过程中加速度和体重计示数的变化解释超重和失重过程中加速度变化的原因，讨论物体在不同加速度下所受力的变化，加深对超重和失重现象本质——加速度方向的理解。

环节 5：拓展迁移

活动一：日常生活中的超重与失重现象分析

任务：要求学生分组收集日常生活中遇到的超重与失重现象，如过山车、蹦极、汽车急刹车等，并尝试用牛顿第二定律和超重失重的概念进行解释。

目的：通过实际应用，加深学生对超重与失重现象的理解，培养他们将理论知识应用于实际问题的能力。

活动二：设计创意实验

任务：鼓励学生利用所学知识，结合日常生活物品，设计新的实验来探究超重与失重现象。例如，利用弹簧秤、水瓶等物品模拟电梯中的超重与失重状态。

目的：激发学生的创新思维和实验设计能力，同时加深对超重与失重原理的理解。

环节 6：反思评价，整合大观念

小组总结实验过程中的经验教训，提出改进意见。反思实验过程中可能存在的问题和不足，思考如何进一步优化实验。在“利用 Phyphox 探究超重与失重”的实验中，利用手机传感器和体重称设计了一种分析超重与失重现象的实验方法。在实验过程中，教师引导学生亲身参与，实时观察并记录加速度和体重计示数的变化，使学生能够更直观地理解超重和失重现象的本质。同时，教师引导学生结合牛顿第二定律对实验数据进行分析，有助于加深学生对超重和失重过程中加速度的理解。

本实验的优势在于学生不仅能够提升实践操作能力和数据分析能力，还能培养自身科学探索精神和创新思维。此外，学生在实验过程中进行观察与记录、数据分析以及总结与反思等，也有助于提高学生的观察力和逻辑思维能力。结合实验过程，本实验操作简单易行，学生只需按照实验步骤进行操作即可，无需较强的动手能力。本实验过程中所需实验器材较为常见且易于获取，适合在学校、家庭等场所开展。

大观念整合：教师引导学生将超重与失重现象与运动和相互作用的物理大观念相结合，强调物体在不同加速度下的受力变化是运动和相互作用的具体表现。通过回顾整个实验过程，帮助学生构建更加完整和系统的物理知识体系。

5. 总结

本研究基于物理学科的大观念，结合真实的情境，设计了“超重和失重”的实验流程，旨在提升学生对物理核心概念的理解与应用能力。研究中首先对物理观念及物理大观念的内涵进行了梳理，指出大观念统领下的物理教学可以有效促进学生在物理知识体系中的统筹能力，并激发他们的科学思维。

研究设计了以高中物理必修一中《超重与失重》为例的实验实施路径，强调通过创设真实的情境，引导学生利用 Phyphox 等工具进行物理实验创新和数据采集，帮助学生更直观地理解加速度的变化与超重失重现象之间的关系。实验的设计分为六个环节：激活先验知识、创设情境、真实问题驱动、实验设计与验证、知识拓展迁移以及反思总结与大观念整合，学生通过这些环节逐步掌握物理大观念，并提升其解决实际问题的能力。

本研究认为，基于物理大观念和真实情境的实验教学能够提高学生的物理学习兴趣，并在教学中形成从实验现象到物理理论的深度理解，从而帮助学生构建更系统化的物理知识体系。

参考文献

- [1] 胡卫平. 在探究实践中培育科学素养——义务教育科学课程标准(2022 年版)解读[J]. 基础教育课程, 2022(10): 39-45.
- [2] 许浩. 基于大观念的高中物理单元教学设计[D]: [硕士学位论文]. 成都: 四川师范大学, 2020.
- [3] [日]小川仁志. 完全解读哲学用语事典[M]. 郑晓兰, 译. 武汉: 华中科技大学出版社, 2016: 54.
- [4] 李东冰. 新观念, 新道路——启蒙语域下的洛克观念论研究[D]: [博士学位论文]. 上海: 复旦大学, 2005: 5.
- [5] 李琳. 基于物理观念导向的教学路径探索与实践——以必修1“超重与失重”一课为例[J]. 中学物理, 2022, 40(13): 46-49.
- [6] 冯华. 以物理观念统领物理教学[J]. 课程·教材·教法, 2014, 34(8): 70-73+85.
- [7] 曾志旺. 物理观念及其形成与发展的教学策略[J]. 物理通报, 2016(11): 15-18.
- [8] 陈刚. 大观念统摄下的课程综合化实施路径——以“简单机械”教学为例[J]. 中学物理教学参考, 2024, 53(8): 4-7.
- [9] 廖伯琴, 李洪俊, 李晓岩. 高中物理学科核心素养解读及教学建议[J]. 全球教育展望, 2019, 48(9): 77-88.
- [10] 徐红. 我国高等教育研究范式的回溯和前瞻[J]. 中国高教研究, 2011(9): 25-29.
- [11] [美]乔纳森·兰德. 学习环境的理论基础(第2版)[M]. 上海: 华东师大出版社, 2015: 34.
- [12] 王锦华. Phyphox 软件辅助中学物理实验研究[D]: [硕士学位论文]. 通辽: 内蒙古民族大学, 2024.