

高中物理教学中学生建模能力的培养策略

陆昕昕

浙江师范大学教育学院, 浙江 金华

收稿日期: 2024年9月22日; 录用日期: 2024年10月18日; 发布日期: 2024年10月28日

摘要

物理建模能力是物理学科核心素养中的一项重要能力, 能够帮助学生从实际问题中提取描述问题本质的核心要素, 进而构建物理模型解释物理现象, 提高问题解决能力。该研究阐述了在教学中培养学生建模能力的意义与建模教学一般流程, 并在此基础上提出教师该如何在教学实践中培育学生的物理建模能力。

关键词

物理模型, 物理建模能力, 培养策略

Strategies for Cultivating Students' Modeling Ability in High School Physics Teaching

Xinxin Lu

College of Education, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang

Received: Sep. 22nd, 2024; accepted: Oct. 18th, 2024; published: Oct. 28th, 2024

Abstract

The ability to model physics is an important skill in the core competencies of the physics discipline, which can help students extract the core elements that describe the essence of problems from practical problems, and then construct physical models to explain physical phenomena and improve problem-solving abilities. This article elaborates on the significance of cultivating students' modeling ability in teaching and the general process of modeling teaching. Based on this, it proposes how teachers can cultivate students' physics modeling ability in teaching practice.

Keywords

Physical Model, Physical Modeling Ability, Cultivation Strategy

Copyright © 2024 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. 物理模型的内涵、特征与分类

1.1. 物理模型的内涵

不同学者对物理模型的解释不同。Hestenes 认为物理模型作为表征手段,可以表征物质系统的结构,也可以是物质的某一方面的特征或者运动的相关规律[1]。鲁增贤认为物理模型是学习者通过科学思维对物理世界中原型进行抽象,并依据研究的特定目的,用物质形式或思维方式对原型客体本质的再现[2]。2020 年修订版课程标准虽然多次出现物理模型,如“通过质点模型、太阳系行星模型等实例,体会物理模型在物理学研究中的意义”[3],但是并没有明确表述其内涵。本研究认为物理模型是以解决问题为最终目的而建立的一种保留其本质特征的抽象客体,是对客观真实的一种理想化表征。

1.2. 物理模型的特征

1) 抽象性

物理模型的构建更关注问题的本质,是在具体问题情境中运用综合、分析、归纳、推理等科学思维将问题情境进行抽象和简化,抓住事物本质特征构建的抽象模型。建模的目的是将复杂问题简单化,教师可以根据教学需要采取图表、视频、数学符号等各种表征方式帮助学生理解与使用物理模型。

2) 科学性

物理模型是基于已有的科学知识和客观事实建立,并经过周密的逻辑推理过程形成的,因此具有科学性。物理模型的构建过程离不开科学思维的参与,在教学过程中,教师需要根据研究对象的性质与特点来选择运用何种科学思维进行教学。

3) 代表性

物理模型能够反映事物的本质属性或规律,是对问题情境的高度概括和总结,具有代表性。教师需要在教授学生模型方法和知识后,建立问题情境与物理模型间的联系,促进知识的迁移与应用。

1.3. 物理模型分类

物理模型是学习者构建的一种抽象客体,能够揭示事物的本质特征和自然规律。物理模型分类有助于研究者进行物理教学的实践研究与应用,不同的分类依据与标准会导致不同的结果。为了帮助学生认识物理模型,并运用模型处理实际问题,本文将物理模型划分为过程模型、对象模型、状态模型和条件模型。

对象模型是把研究对象进行抽象思维处理后得到的理想化内容,用于替代原研究对象。高中常见的对象模型有质点、点电荷、点光源、电磁波、弹簧振子、滑轮、理想气体、原子核结构、原子能级结构等。过程模型就是突出物体运动过程的主要特征,忽略外部非本质因素后建立的模型,比如平抛运动、简谐运动、圆周运动、匀变速直线运动、碰撞等。状态模型就是将处于某种状态的描述对象进行理想化的抽象处理,比如物体平衡、气体平衡、原子基态等。条件模型就是对研究对象的外部影响条件进行选择或忽略,排除干扰作用。常见的条件模型有光滑平面、真空、轻杆、轻绳、匀强电场、匀强磁场等。

2. 物理建模能力的影响因素及培养意义

物理建模能力就是建构物理模型的能力,是个体通过抽象逻辑思维将复杂问题简化成反映问题本质

特征的理想模型的能力。

2.1. 物理建模能力的影响因素

1) 学生思维特点

相较于初中生的基础形象思维而言，高中生的思维能力已经飞速发展成更高级的抽象层次，能够支撑学生分析复杂的物理情境，通过抽象思维建立解题关键模型。可见在高中阶段，学生的思维特点能够切实影响到建模能力，是物理建模能力的培养基础。教师可以设计并开展建模活动，有助于发展科学思维。

2) 知识迁移能力

在高中阶段，学生已经掌握了丰富的物理基础知识，而建构物理模型就可以在原有基础上促进知识的迁移，由此可知，学生的迁移能力对建模思维非常重要。在学生的建模过程中，知识迁移能力除了会影响建模的速度，还会影响所建模型的准确性，最终影响物理建模成果。

3) 教师引导作用

在高中物理建模过程中，教师承担着引导者与帮助者的角色。教师的引导可以加速学生物理建模思维的培养，避免学生产生思维定式，陷入思维误区，降低学生在建模过程中路径和方法的出错率。

2.2. 物理建模能力的培养意义

模型建构是认知物理现象、进行科学思维的起点。物理建模对学生的认知和思维都有很大的益处。

1) 提高模型认知

学生对物理模型的了解程度很大程度上影响其对于模型的接受度，了解程度越深，越容易接纳使用物理。在高中物理教学中，教师在课前传授建模基本知识，并在遇到问题时通过多媒体与技术引入物理模型进行教学，能够提高学生的空间和逻辑能力，加深对于模型的认识。例如在引入“平抛运动”模型时，教师可以通过一些现实中的实验让学生更容易理解到模型的性质与使用条件，从而在往后遇到相似情境时，都能迅速调度出模型并使用。

2) 打破思维局限

物理建模教学理论创始人 Hestenes 曾在论文中表述，“建模和用模就是物理思维。若想发展物理思维能力，就必须发展用模和建模能力[4]。”学生进入高中以后，所学习到的物理概念逐渐变得深邃与抽象，导致学生难以理解这些概念和原理。物理建模的目的就是通过分析物理现象背后隐含的机制，来解释物理现象发生的原理，并在一定程度上对未来现象进行预测。其核心思想是对复杂的世界进行简化，消除不必要的不确定因素，将其转化为物理符号等，以便学习者掌握。因此，通过物理建模，可以突破学习者在面对复杂的问题情境时的思维局限，通过模型对问题进行化繁为简，洞察核心，从而从容解决问题。这不仅可以提高学生解决物理问题的效率，还能激发他们对物理学的探索兴趣。

3. 高中建模教学一般流程

模型是将理论与实践有效连接在一起的纽带，建模教学的开展需要在一定的情境下，为解决问题而进行一系列的模型建构活动，主要包括模型建构、模型检验与修正、模型迁移与应用等活动。建模教学的一般路径如图 1 所示。

教师在开展建模教学时需要先构建贴合实际的情境，并提出需要解决的具体的问题，让学生在面对繁杂的问题情境时，能够运用抽象、类比等方法构建一个初级的模型，并借助一些符号、数字等进行表征。随后在交流互动中去检验自己的模型是否合理，及时进行修正和完善，并可以将修正后的模型迁移

应用于新的类似情境。如果可以匹配，接下来可以对模型进行进一步的优化，如果发现不能匹配，则需要重新进行建模。

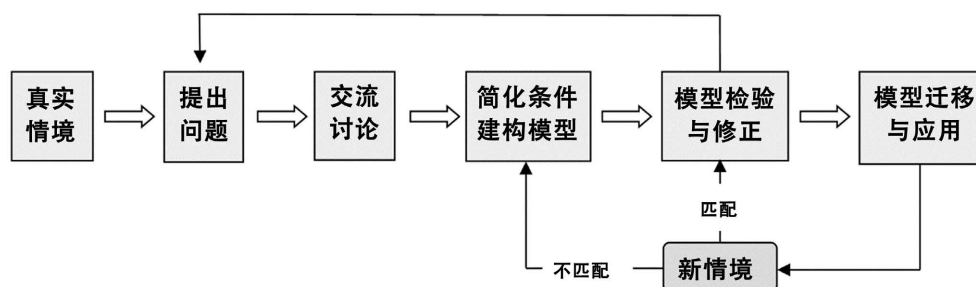


Figure 1. General path diagram for modeling teaching

图 1. 建模教学的一般路径图

4. 高中物理教学中学生建模能力的培养策略

物理在高中课程中属于较为抽象繁杂的一门学科，部分深奥的物理概念和原理让学生难以理解，单单通过传统的教学方式，不能够减轻学生的思维负担，反而陷入死记硬背的困境，因此，教师需要在教学中引入物理建模思想，帮助学生从模型建构的角度认识物理概念，解决物理问题。

4.1. 立足实际情境，激发建模热情

物理源于生活，也应当应用于生活。从近年的高考试题与教材可以看出文本与现实生产生活联系越来越紧密，要求学生把原始物理问题转化为恰当的物理模型，进而解决问题。教师应当引入具有真实情境的物理问题，让学生亲身体会物理建模思维方法，加强处理问题的能力，激起学生的建模热情。

浓厚的探究兴趣是构建高中物理高效课堂的重要基础[5]。首先，教师需要打造自由开放的交流环境，激发学生的主观能动性，并鼓励学生主动投入到学习环境中。其次，教师需要深入挖掘物理情境与现实生活的关联，利用常见的或者学生熟悉的问题建立物理模型，提高课堂参与度，引导他们掌握建模的正确步骤和方法，树立物理建模意识和思维。让学生通过小组合作尝试独立进行建模活动，掌握科学收集信息的方法以及模型建构的技巧，建立正确的物理模型，让学生在实践中学会如何把要解决的实际问题与已经学过的物理知识和模型联系起来，除此之外，还可以通过开展主题建模活动，为学生提供多个分析物理问题的路径，让学生充分感受物理的魅力，熟悉的生活化情境还能够增强学生的学习自信，加深对物理课程内容的理解。在此期间，教师要做好引导任务，帮助学生将问题情境中遇到的任务对象抽象成合适的物理模型，领会建构物理模型的思维方式，认识到物理模型在解决问题和探索自然规律中的用处。

4.2. 强化建模教学，筑牢建模基础

教师在建模教学中需要把握以下几点：

第一，加强概念教学。高中物理模型的建构需要依据基本的物理学概念和规律，这些内容在教材中的表述十分清晰，因此学生在建构理想的模型时，需要准确提取相关概念。能够牢固记忆并提取基本概念是成功建模的首要条件，因此教师需要准确教学，帮助学生理清容易混淆的知识和规律。以“质点”模型为例，“质点”的概念为物体的大小和形状对研究问题产生的影响很小或者可以忽略，那么可以把它简化为一个只具有质量的小点。教师可以通过列举生活中随处可见的实例，并通过同一情境不同角度的设问，让学生自然的理解“质点”的条件与概念。

第二，注重模型专题训练。要想在高中物理建模教学中取得理想的效果，学生应具有基本的建模技能。教师可以组织专题课堂，分类型进行物理基本模型训练，使用详细的问题介绍某个理论知识，不仅要求学生理解并记忆其概念及具体内容和公式，还要求其掌握模型应用的基本方式。教师利用物理模型进行教学，能够让学生对相关物理知识进行直观地解析，揭示其基本特性，增强物理知识之间的联系，助力学生构建知识体系，从而提升教学效果。此外教师应从建模的角度去进一步完善模型训练内容，引导其逐步形成物理建模意识，为模型的应用和迁移打下基础。

第三，防止模型固化。通过研究近年来的高考评价体系，可以得出试题考查的重点从知识掌握到思维能力，如果学生只进行死记硬背是无法应对巧妙多变的题目的，这就要求教师要加强学生构建模型的思维和能力，防止学生产生物理模型是单一且固化的思维限制。

第四，提高模型认知与实践能力。实践与应用是物理建模教学的核心，强调学生主动地进行模型检验与修正，并有在新的情境中进行模型迁移与应用的思维与能力。教师在实际教学中，应让学生了解模型建构的基本流程，逐步形成良好的思维习惯，在强化应用意识的同时渐进地引导学生进行建模实践，有利于提升学生的问题解决能力。在高中物理体系中，部分知识比较抽象，难以与建模“原形”建立联系，不利于理解。因此，教师可以依据学习内容合理开展手工制作活动，强化学生动手实践能力，合理匹配模型“原形”，强化模型思维[6]。

4.3. 传授审题技巧，强化建模能力

学生的审题习惯与能力会直接影响对于题目考查的理解程度，学生的审题习惯大概率会受到教师的影响，因而教师在教学中应帮助学生养成良好的审题习惯，同时结合经典题目教授一些审题技巧，以便学生在考试中能把审题做到又快又准。面对一些较复杂的情境化物理试题，教师还应培养学生的关键信息提取能力，以助其挖掘到题目中的隐含信息。教师在教学中应鼓励学生多次读题、多维度审题，查找并标注题干中的关键信息以及题目问题的逻辑，将它们串联在一起，分析它们之间的联系，发现并分析题目中的有用信息，将问题情境进行迁移和简化，选择并建立合理的物理模型，解决物理问题。

4.4. 优化模型教学，促进模型迁移

在遇到一些类似的模型使用情境时，教师要把握好契机，先引导学生根据当下问题情境构建出物理模型后，在引入学生之前学过的物理进行对比学习，让学生找出这些模型在模型本质、使用条件等方面的异同之处，并列举他们的使用情境，强化学生的类比思维，并潜移默化地提供了模型应用与迁移的路径，渗透迁移思维。在科学合理教学目标基础上，结合学生的认知规律与特点，引导学生对已有知识体系和技能的重塑，进行学习迁移能力的培养[7]。同时，教师还应转变教学理念，从教材和生活中挖掘更多的物理情境与模型，尽量将模型思想渗入到课堂的每个环节中，并时常开展教学反思，以此优化模型教学流程。

总体来说，物理建模能力的培养是一个长期的过程，需要贯穿在教学的各个环节，教师应当紧跟时代发展，创建和谐师生关系，在教学中应注重渗透物理建模知识，将物理建模能力的培养融合其中，并依据模型特点，联系社会实际，从多角度创设情境，开展多元课堂建模活动，为学生提供多元化的模型建构机会，引导学生进行讨论思考，完善知识框架，并领会面对复杂情境时建构模型的必要性及路径方法，帮助学生在面对新的问题情境的时候能够利用模型意识灵活应对，有效提高问题解决能力，强化建模思维与能力。

参考文献

- [1] Wells, M. and Hestenes, D. (1995) A Modeling Method for High School Physics Instruction. *American Journal of*

Physics, **63**, 606-619.

- [2] 鲁增贤, 高永昌. 中学物理教学论[M]. 石家庄: 河北师范大学物理学院中学物理教育教研室, 2004: 8.
- [3] 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) [M]. 北京:人民教育出版社, 2020: 11.
- [4] Hestenes, D. (1987) Toward a Modeling Theory of Physics Instruction. *American Journal of Physics*, **55**, 440-454.
- [5] 韩新平. 新高考背景下高中物理高效课堂建构路径分析[J]. 高考, 2024(18): 53.
- [6] 汪育通. 高中物理教学中学生建模思维的培养策略[J]. 试题与研究, 2024(23): 28-30.
- [7] 荆鹏, 李博, 侯恕. 指向学习迁移能力的高中物理教学范式与价值探讨[J]. 物理教师, 2022, 43(12): 8-13.