

核心素养背景下HPS教育理念融合于物理学中的教学策略

——以必修三“电荷”为例

孙渝林, 张颖颖, 丁林杰*

重庆三峡学院教师教育学院, 重庆

收稿日期: 2024年5月20日; 录用日期: 2024年7月11日; 发布日期: 2024年7月22日

摘要

物理科学史知识中蕴含物理观念, 科学哲学的学习有助于学生科学思维的发展、科学探究能力的培养, 科学社会学是讨论科学与社会诸多方面的关系, 通过物理学科与政治, 经济, 教育宗教, 文化艺术等其他社会因素的作用, 延伸出正确的科学态度和责任。HPS教育理念融入物理教学中, 对发展学生核心素养具有一定的价值和意义。因此, 建立了在物理核心素养下融合HPS的教育策略, 以人教版必修三第九章第一节“电荷”为例设计了教学实施过程。

关键词

HPS, 物理核心素养, 物理学教学

The Teaching Strategy of HPS Education Concept Integrated into Physics in the Context of Core Literacy

—Taking the Compulsory Three “Charge” as an Example

Yulin Sun, Yingying Zhang, Linjie Ding*

College of Teacher Education, Chongqing Three Gorges University, Chongqing

Received: May 20th, 2024; accepted: Jul. 11th, 2024; published: Jul. 22nd, 2024

Abstract

Physical science history knowledge contains the concept of physics. The study of philosophy of science
*通讯作者。

is helpful to the development of students' scientific thinking and the cultivation of scientific inquiry ability. Sociology of science discusses the relationship between science and many aspects of society. It extends a correct scientific attitude and responsibility through the role of physical disciplines and other social factors such as politics, economics, education, religion, culture and art. The integration of HPS education concept into physics teaching has certain value and significance for the development of students' core literacy. Therefore, the education strategy of integrating HPS under the core literacy of physics is established, and the teaching implementation process is designed by taking "Charge", Section 1, Chapter 9 of the third Compulsory course of Human Education Edition as an example.

Keywords

HPS, Physics Core Literacy, Physics Teaching

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. 引言

物理核心素养与物理课程教学具有内在联系,在全面贯彻党的教育方针、落实立德树人根本任务、发展素质教育等方面的育人价值具有积极作用[1]。近年,各种教学模式层出不穷,在课程教学中运用特定教学模式能够发挥一定的作用。本文探究在核心素养大背景下 HPS 教育理念与物理教学的融合,深刻挖掘两者之间的联系,并以 HPS 教育理念构建发展学生物理核心素养的桥梁。

2. 核心素养背景下 HPS 在物理学中的教学策略

HPS 是科学史(history of science)、科学哲学(philosophy of science)、科学社会学(sociology of science)的简称。研究表明,将 HPS 内容融入科学教育中可以有效培养学生的科学本质观[2],进而对各类科学学科的核心素养培养都有着促进作用。其中,高中物理核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任四部分。HPS 与物理学教学的融合是培养学生科学素养的重要载体和实施路径。

2.1. HPS 教育理念的内涵

HPS 教育理念是将科学史、科学哲学、科学社会学与课程教学结合。该教学的实施通常用于科学家所发现的自然规律、概念的相关课题。在物理学教学中,HPS 教育理念的融入有助于培养学生的核心素养。

2.2. 价值和意义

物理学中蕴含大量物理学史知识,体现了物理学发展的历程。教师可以基于学生的前概念知识,引导学生体会并领悟到物理学家在发现物理规律、总结物理概念时的思维方式、探究方法。此外,通过由学生观察科学家在科学研究过程中坚持不懈、持之以恒、为真理牺牲的精神和敢于直面困难、挑战权威的勇气,从而培养学生的社会责任与态度,形成正确的价值观、人生观、世界观。物理学教材中部分章节的教学可与 HPS 教育理念融合,有利于发展物理观念、培养科学思维和科学探究能力。

2.3. 教学策略的建立

物理学知识的讲解分为三个环节。第一个环节是引入物理学史的新课导入,第二个环节是运用科学

哲学的实验探究，第三个环节是认识物理与科学社会的关系。

物理学史是一部认识史和发展史，是人类对一些自然现象的总结和发现并认识规律的过程，它清楚描述科学家通过运用科学的方法、思维，得出了物理概念、定律、理论[3] [4]。了解物理学史，才能理解物理的知识脉络，才能明白事物发展的规律。物理学史包括物理学的发现历程和物理学成果。在物理学教学中，我们可以将物理学史应用于导入环节，通过科学家的趣事激发学生的学习兴趣，这种故事性的导入方法可以加深学生对物理学史知识的理解和记忆，为此后相关的物理知识奠定基础。此外，教学时要明确物理学家总结物理概念和推导物理规律的过程是艰辛的，以其持之以恒、刻苦努力的精神感染并鼓励学生，发挥榜样作用。学生能更加珍惜来之不易的物理学知识，深化对物理学概念的理解，激发学生的学习动机，提高学习效率。

然而，物理学家发现物理现象的过程并非是实验的简单重复，而是运用科学方法，进行科学实验，仔细观察实验现象并对其做出合理的解释，最后再检验实验，以此证明实验的准确性，进而表明理论的正确性和合理性。这样的发现过程可以借助科学中蕴含的哲学理论(如认识论、方法论、科学本质和发展规律等)来探究科学观察与理论的关系、科学解释等等。不仅如此，物理学中许多真理在现实生活不能被直接观察到，并且由于科学技术的局限，实验难以设计，理论的正确性无法通过实际的表现来证实。但基于科学哲学，学生可以借助科学推理寻找到实验现象背后的本质。因此，在物理学教学中，教师通常将等效法，理想模型法，控制变量法，实验推理法等方法运用于实验探究过程中，以此启迪学生智慧，帮助学生发展和锻炼科学探究、思维的能力。

物理学是一门论万物之理、语大义之方、探索宇宙奥妙、寻找世间真理的学科。物理学的飞速发展离不开学科本身蕴含的科学本质，更离不开为建筑物理大厦的夜以继日不停工作的物理学家。他们秉持着实事求是的态度，去探索未知的世界，深入认识自然规律。其中，有为拥护哥白尼的日心说而活活被罗马教皇烧死的布鲁诺，有为探索功与热转换的关系而花费约 40 年进行 400 多次实验的焦耳，也有为研究并发现新元素而在破棚子里面工作的居里夫人。这些物理学家在进行科学研究时，身上的奋斗精神和坚韧品质能够对学生科学责任和态度的形成产生积极的影响，故可以以科学社会为理论指导，并将其相关的概念应用于学科德育的环节之中，培养学生的核心素养。

此外，在教学过程的每个环节都需要进行教学评价，并且基于新课标的要求，可以将其用于改进教学、培养和发展学生的学科核心素养。结合核心素养背景下融合 HPS 的物理学教学的价值和意义，本教学策略如图 1 所示。

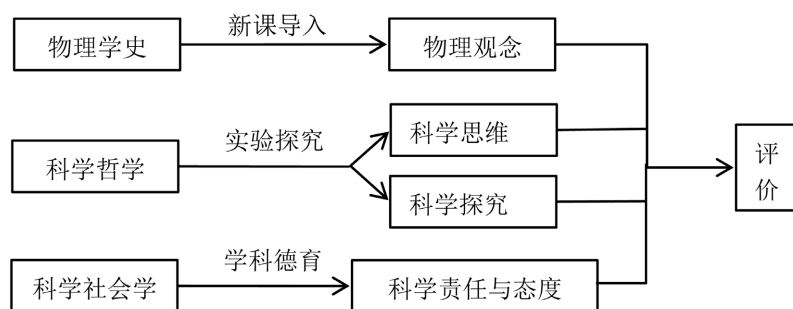


Figure 1. HPS strategy implementation path

图 1. HPS 策略实施路径

3. HPS 教育理念在物理学中的实施过程

本文选择人民教育出版社出版的高中物理必修三第九章第一节电荷的内容，该内容分为电荷、静电

感应、电荷守恒定律、元电荷四板块。本文以“电荷”为例，进行教学过程的设计，用以实施高中核心素养下的 HPS 教育理念在物理学中的教学策略。

3.1. 物理学史的新课导入

基于学生已有的知识基础——“摩擦过后的物体能够吸引轻小物体的性质，即物体带了‘电’或者电荷”。再以公元前古希腊人的发现为起点，再延伸至 1785 年时库伦发表的库仑定律，这象征物理学中的电学部分真正意义上进入科学的行列。强调库仑定律发现前，许多物理学家都对静电进行了研究。如，在实验研究中差点一命呜呼的穆欣布罗克教授，开展风筝雷击疯狂实验的富兰克林。由此激发学生的兴趣，并引导学生一起学习了解电的发现历程，如表 1。

Table 1. The discovery process of electricity

表 1. 电的发现历程

时间	人物	研究结果
公元前 600 年	泰勒斯	摩擦过的琥珀能吸引轻小物体
1600 年	吉伯	发明了第一台摩擦起电器
1729 年	英国格雷	发现了电的传导性，分清了导体和绝缘体
1733 年	迪费	带相同电的物体互相排斥；带不同带电的物体彼此吸引
1745 年	克莱斯特	发明莱顿瓶
1747 年	富兰克林	物体通过摩擦，电荷只能被转移，不能被创造
1773 年	卡文迪许	通过扭秤实验精确验证两个电荷之间的相互作用与其距离的二次方成反比
1785 年	库伦	系统整理了电荷的相互作用力的研究

设计意图：在教学中导入电学的发现历程，阐述科学家的发现史，将科研精神和坚韧品质融入课堂之中，引导学生在学习科学知识的同时，形成对科学家的敬佩之情和崇敬之情，既能吸引学生的注意力，激发学习兴趣，又能促进学生形成严谨的科研态度和坚持不懈的探究精神。此外，基于物理学史，学习物理学家的科学思维和实践能力，学会在物理学史中找到成功的规律，发展物理观念，更好地促进学生的成长，为实际生活服务。

3.2. 科学哲学的实验探究

教师：理论回归课堂。准备材料：一根橡胶棒(附毛皮)、一根玻璃棒(附丝绸)、一个铁架台、一根细绳、一瓶肥皂水、一把梳子、一个漏着小孔的气球、一些小纸屑。演示实验：将毛皮摩擦过的橡胶棒靠近肥皂水上的大泡泡。提问：同学们看见了什么样的现象？

学生：泡泡被橡胶棒吸引。

教师：演示实验与提问：1) 现在用梳子在头皮上摩擦，再靠近头发，会发生什么现象呢？2) 再将这把梳子靠近小纸屑，又观察到了什么？

学生：梳子吸引了头发和纸屑。

教师：用扎有小孔的气球装满水，水从小孔中流出并形成水柱，水柱的流向短时间内没有发生变化。如果我现在用丝绸摩擦过的橡胶棒靠近这水柱，这个水柱是否会出现变化呢？又会出现什么变化呢？

学生：水柱被吸引了。

教师：通过以上实验，思考一下被摩擦过的橡胶棒、梳子、玻璃棒都具有什么能力？

学生：都具有吸引轻小物体的能力。

设计意图一：通过科学小实验，基于学生的前概念知识，从生活现象入手，能够有效激发学生的探究兴趣，调动学生参与活动。设置问题情境，利用循序渐进的知识逻辑，环环紧扣，由浅入深地推动知识的深化，并与科学原理结合，引导学生用自身已知的基础知识进行科学解释，实现科学思维和科学探究的结合，符合科学哲学的理念。

教师：由此，可以证明具有这种能力的物体带电或带电荷。那被丝绸和毛皮分别摩擦过的橡胶棒带的电荷是否相同呢？(引导思考)如果用毛皮摩擦两根橡胶棒，这两个橡胶棒带电是否一致呢？同理，用丝绸分别摩擦两根玻璃棒，这两个玻璃棒带电是否也一致呢？所以，可用两个带同种电荷的玻璃棒进行实验，看二者的作用效果有什么特点，再观察分别用丝绸与毛皮摩擦过的橡胶棒之间的作用效果又有什么区别在提示后，让学生思考来设计这次实验。

学生：将一根橡胶棒用细绳拴在铁架台，用毛皮去摩擦橡胶棒并使它保持静止状态，再拿另一个用毛皮摩擦过的橡胶板去靠近拴在铁架台上的那个橡胶棒，并记录实验现象，观察这两个橡胶棒之间的作用效果。然后，再换用丝绸摩擦过的玻璃棒去靠近拴在铁架台上的橡胶棒，记录实验现象，并对两种作用效果进行比较。

教师：那同学们就按照设计的实验进行动手操作，并记录好实验现象，得出实验结论。

学生：通过实验探究，发现了同样用毛皮摩擦后的两根橡胶棒之间会相互排斥，而分别用丝绸和毛皮摩擦过的两根橡胶棒之间会相互吸引。于是，得出同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。

设计意图二：通过问题串，从表象逐步向深层推进，既激发学生的认知欲望，又促进学生科学思维的发展。基于科学的发展规律和认识论，提示学生采用控制变量法开展实验探究，鼓励理论与实际联系，强化学生在知识学习上的主动性，将知识转化成综合应用能力。活动后的归纳总结锻炼学生的语言组织能力，进一步加深学生对知识的理解，发展科学探究和科学思维能力。

教师：(鼓励学生)后指出，通过实验探究得出了分别用毛皮和丝绸摩擦过的玻璃棒带电性质是不相同的。前人发现这一现象后就将毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷命名为负电荷，丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷命名为正电荷。目前为止，大自然中也只能找到这两种电荷。在生活中，大多数的物体都不带电，但是有时一些物体通过摩擦就会带上电荷，摩擦程度不同，带电荷的多少也就不同。于是，在物理学中又引入了新的物理量——电荷量来表示电荷的多少，用 Q 表示，也可用 q 表示。在国际单位制中，电荷量的单位是库伦，简称库，符号是 C 。此外，大家是否思考过为什么摩擦会产生静电呢？这与同学们在化学课上学习过的原子结构和带电性有什么关系呢？

学生：原子是由带正电质子与不带电中子紧密结合形成的原子核和核外的带负电电子组成的。由于原子中带正电质子和核外带负电电子的电荷量相同，所以原子对外呈中性。

教师：由于质子和中子的紧密束缚，原子核的结构很稳定，但是核外电子因离原子核距离远，束缚就没有那么强，因此核外电子相对不稳定。如果不同的物体发生摩擦，核外电子数就会发生改变，核外电子束缚弱的物体就会跑到核外电子束缚强的物体上。于是，核外电子束缚强的物体就因得到电子带负电，而束缚弱的物体则因失去电子带正电。同学们猜想一下，除了常见的摩擦起电，还有什么方式能够使物体带电呢？

学生：带电的物体接触铁棒，铁棒就会带上电荷。

教师：我们会发现金属等导体会通过接触会带电，可见物体带电应该与前文中核外电子的得失有关，但是物体并没有与金属进行摩擦却使金属带电，这是否与金属的微观结构的改变有关呢？请同学先仔细阅读一下金属微观结构模型的内容。

学生：仔细阅读。

教师：金属中的原子的核外电子很活泼，它们通常会脱离原子核的束缚在金属中自由运动，而像这种能够自由移动的电子就叫做自由电子。因此，原子则由中性变成了带正电的离子。每个正电子又在平衡位置处来回的振动而不移动，而自由电子又自由穿梭，所以金属就可以导电，这也是导体所具有的性质，而绝缘体没有自由电子，所以不具有该特性。

设计意图三：前人的发现进一步论证了上述猜想，进一步促进学生对学科知识的理解，通过介绍电荷量的表示方法和单位，设置问题，逐步引导学生思考摩擦生电的作用原理，整个认识过程层层递进，由表及里，适时拓展，遵循学生的认知发展规律。

3.3. 物理与科学社会的关系

教师：摩擦起电在生活中随处可见，有时会带来一些生活上的干扰，比如静电会让头发吸附灰尘，导致头发脏乱不易打理。人们会为了避免摩擦起电而采取一些措施。如，在一些易燃易爆的工作场所，从事相关工作的人员被禁止穿带钉鞋进入，并且工作地面也是不会产生火花的特殊材质；在用油罐车输送易燃易爆的气体或者液体的时候，需要用一根铁链与油罐车相连，使铁链拖在地下，从而防止因静电导致的事故。掌握物理知识，有时可以知道发生危险的原因，能避开生活中的一些意外情况。

情感升华：当一种物理学现象出现但其本质还未知时，科学家们能够用高昂的科学激情、端正的科研态度，坚持不懈地寻找物理学的奥妙。也正是因为他们对未知的探索，才为科学研究提供了永不停息的动力。

设计意图四：通过阐述物理学现象在社会中的实际情况，构建物理学与科学社会的联系，鼓励学生在掌握物理学知识的同时，还应该将所学的理论知识应用于实践实际生活，并树立科学、正确的价值观，养成热爱社会，关心社会的习惯，培养科学态度与责任的核心素养。

本研究以一节课的内容为例，通过引用物理与社会联系的实例作为学生学习的切入口。物理与社会的融合具有合理性和科学性，这也在不少研究中得到了体现。有研究对韩国首尔梨泰院踩踏事件进行了分析，用高中物理知识对事件细节进行建模，探寻内在规律，将新闻素材与教学内容巧妙结合，引导学生从科学视角观察社会[5]。牛顿三大定律、万有引力定律等内容的讲解可以与社会中的人造卫星[6]结合；电磁学等内容可与高铁、轻轨等社会中常见的交通工具联系起来。可见，物理与科学社会的结合具有现实意义。

3.4. 评价

本次讲授电荷知识点，先引入电发现的过程这一物理学史，吸引学生的兴趣，并帮助学生了解物理学史发生的大事件和伟大的物理学家。再融入科学哲学的方法带领学生探究电的性质、摩擦起电的实质、导体导电的原因。最后，紧密联系物理与科学社会的关系帮助学生培养科学态度与责任。

4. 小结

物理学科借助自身学科本质，强化与核心素养的融合，从而发展学生核心素养，这也是当前教师教学的重要任务。在核心素养背景下，教师科研选用合理的教学方法，按照适当的教学策略，针对教学过程进行设计。通过对 HPS 教育理念的分析，发现该理念能够很好地与物理学科核心素养结合。以物理学史进行新知识的导入，学生可以了解许多物理学史中发生的小插曲，提高学习的积极性。物理学史中出现的重要人物和重大事件是学生必须掌握的，借助物理学史可以帮助学生发展物理观念。在实验探究中，能借助科学哲学的方法，培养学生的科学思维和科学探究能力。最后，物理是从生活中来，到生活中去，强调与科学社会学联系，以学科育德的形式帮助学生培养科学责任与态度。

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年修订版) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 丁邦平. HPS 教育与科学课程改革[J]. 比较教育研究, 2000(6): 6-12.
- [3] 刘焕奇. 基于物理观念下的物理学史探究性教学的课堂设计——以“磁场、磁现象”为例[J]. 物理教师, 2020, 41(11): 35-37.
- [4] 王永元. 挖掘物理学史进行科学探究[J]. 物理教师, 2014, 35(10): 12-14.
- [5] 高雯. 剖析物理本质 洞察事件真相——韩国首尔梨泰院踩踏事件分析[J]. 中学物理教学参考, 2023, 52(10): 51-53.
- [6] 许锴明. 新高考背景下, 让物理课堂更生活化[J]. 课堂内外(高中版), 2022(3): 73-74.