

HPS 教学模式在物理学史教学中的应用*

——以库仑定律为例

保永亮

(云南师范大学物理与电子信息学院 云南 昆明 650500)

矣昕宝

(西双版纳职业技术学院师范学院 云南 西双版纳 666100)

张辉 王刚 谢梦逸

(云南师范大学物理与电子信息学院 云南 昆明 650500)

(收稿日期:2020-09-12)

摘要:库仑定律为高中物理选修3-1中第一章第2节的内容,基于新课标的要求,现将HPS教育模式应用于库仑定律的教学中,从科学史、科学哲学、科学社会学方面着手,让学生在库仑定律的发现历程中认识到本质内容,争取让学生在核心素养方面得到提升。

关键词:HPS教学模式 物理学史 库仑定律

为落实立德树人的任务,更好地培养学生物理核心素养,为自身的发展打好基础,推动人类社会的科学传承与发展,对学生要求能从科学探究中认识到科学研究方法,养成科学思维习惯,增强创新意识与实践能力及科学本质认识^[1,2]。在这一要求下,在物理学史的教学中宜采用HPS教学模式,从物理学史、科学哲学、科学社会的背景下进行教学,能高效地多维度地促进学生发展。

1 HPS 教学模式简介

所谓HPS教学模式是History of Science, Philosophy of Science and Sociology of Science的英文首字母缩写,由英国教育学家孟克与奥斯本在基于建构主义理念下提出的新型教学模式^[3],认为学生应从情境中学习,创设与学生有关的、能理解的、符合学生心理认知结构的真实情境,使学生能够利用所学去解决和理解现实世界中的真实问题,使每个学生都经历解决复杂问题的过程,促使其能积极主动的建构知识。HPS教学模式的核心内容是:将科学史、科学哲学、科学社会的相关内容引入到物理学史的教学中^[4]。其主要目的是使学生能够对物理学家的科学探究过程进行简单的演示与讲解,建

构正确的物理观念,养成良好的科学思维方法,逐步形成探索自然的动力、严谨求真和坚持不懈的科学态度。HPS教学模式流程图如图1所示。



图1 HPS教学流程图

2 将HPS融入物理史教学的必要性

在HPS物理学史课堂教学中若深入挖掘蕴含着的科学史、科学哲学及社会科学的内容,可让学生从不同维度体验学习的乐趣。

(1) 将科学史融入物理学史教学。HPS是基于史实为基础的教学模式。各物理学家对电荷的认识过程,其本质就是一连串的典型物理史实、思想观念的演变转化过程,包含科学观点、科学猜想、科学理论的演化与发展等多个方面。在库仑定律的教学过程中,可通过向学生展示不同时期的物理科学家对电荷、静电力认识的物理史实和思想观念,引导学生对不同科学家的观点进行甄别与筛选,从中培养学生质疑、批判、创新的精神。

* 国家教育部高等学校本科“物理学专业综合改革试点”项目,项目编号:ZG489

作者简介:保永亮(1995-),男,在读研究生,学科教学(物理)方向。

通讯作者:矣昕宝(1970-),男,副教授,主要从事物理教学工作。

(2) 将科学哲学与物理学史教学相结合. 科学哲学关注的问题是“科学的本质究竟是什么”, 库仑定律究竟想要告诉我们什么. 不同时期各科学家对电荷都有不同的认识, 从爱皮弩斯假设静电力大小的本质是随带电体间距离的减小而增大, 到伯努利猜测静电力大小的本质是同万有引力一样, 遵循平方反比定律, 科学知识会随着时代、人的思想观而发生更迭, 说明科学知识具有暂定性. 卡文迪什、库仑的电扭秤实验得出静电力的大小与平方成反比的规律, 体现了物理知识是经过实验的检验得出的. 将科学哲学与物理教学相结合, 对科学知识进行思辨, 有利于学生理解物理科学本质, 形成正确的科学观.

(3) 将社会科学与物理学史教学相结合. 社会科学体现了科学与社会、社会与科学间的关系, 不仅能使学生认识到科学的社会功能, 还能了解到社会对科学的影响. 物理学家们经历了从猜想真理的历程, 这一过程中与文化、宗教、技术等都是有联系的, 对推动社会发展、科学进步起促进作用.

3 基于 HPS 教学模式下的库仑定律教学设计

3.1 课标要求

2017 版普通高中物理课程标准对库仑定律提出新要求, 让学生体会到在探究库仑定律过程中所用到的科学思想及方法. 体会库仑扭秤实验的巧妙之处. 新课标更强调学生对科学方法的渗透和科学思维的养成, 形成正确物理观念、科学态度和责任^[5].

本节课的内容包含了库仑定律的概念及库仑实验这两部分. 学生对本节课的学习存在一定难度, 为使其掌握此内容, 同时提升核心素养, 于是运用 HPS 教学模式进行教学设计.

3.2 教学设计

3.2.1 教学目标

(1) 物理观念

了解相关物理史实, 知道库仑定律发现历程中的实验与理论探究的应用, 熟练掌握库仑定律的概念和使用条件.

(2) 科学思维

对比质点与点电荷模型的建立, 领悟理想化模型的方法, 对控制变量、微小放大、类比有一定的认识与应用能力.

(3) 科学探究

对相关物理史实的学习, 实验的演示, 培养学生在观察、思维、批判、总结方面的能力.

(4) 科学态度与责任

培养对科学的崇尚、敬畏、批判精神, 严谨求真的科学态度及对自然规律探索的兴趣.

(5) 教学重难点

1) 重点: 库仑定律的理解及应用.

2) 难点: 库仑定律的实验探究及理想化模型的建构.

3.2.2 教学过程

(1) 展示现象创设情境

师: 请同学们观看短视频.

视频内容: 请两个学生手拉手并排站着, 一学生的手放在高压带电球上, 发现两学生的头发都竖起来; 经摩擦的吸管能指挥易拉罐运动, 控制其摆动方向. 将视频中的两个实验称为“怒发冲冠”和“听话的易拉罐”, 实验如图 2 所示. 引导学生思考为何会产生这种趣味现象, 并能在本课的学习后对此现象给出解释.



(a) 怒发冲冠



(b) 听话的易拉罐

图 2 电荷间的作用力在真实情境中的体现(图片源于中国慕课大学)

设计意图: 呈现“怒发冲冠”和“听话的易拉罐”实验, 与静电感应知识结合让学生体验到电荷间的作用力在真实情境中的体现, 提高学生的兴趣和好奇心, 培养学生的观察、思考能力.

(2) 引出观点

引导学生讨论, 进行猜想与类比, 并发表自己的观点.

师: 在“怒发冲冠”实验中两人的头发为何会“竖”起来? 在“听话的易拉罐”中为何吸管可以指挥易拉罐滚动?

师:猜想一下电荷间有什么作用?这种作用和哪些变量相关,且解释为何猜想与此变量相关?

学生猜测电荷间的相互作用力和电荷间的长度、质量、电荷量、形状、体积、温度、湿度等因素有关。

师(引导):一个物理量可能与诸多物理量、因素都有关联,变量越多的物理量进行实验探究的过程就越艰巨,为了使实验探究变简单,可摒弃次要的联系,抓主要因素,寻求简单的模型。

师:如何忽略掉温度、湿度、体积、大小、形状这些因素的影响?

生:在真空中可不考虑温度、湿度。

师:那又如何忽略掉形状、大小、体积的影响?

生:若像必修1中那样将其看为质点,则可忽略。

师:如何将电荷看作为“质点”,看做“质点”的电荷称之为?

师:现在我们主要探究力与电荷间的距离、电荷量究竟有何种关系?

设计意图:通过情境与问题串的形式体现以学生为中心的课堂,引导启发学生进行猜想,和质点相结合完成点电荷理想化模型建构。

(4) 历史渗透

学习科学发展史,演绎科学探究历程是HPS中的重要环节,教师向学生介绍相关的物理史实。

在牛顿力学建立后,社会得到发展,对电力需求渐高,于是开始探索电荷间的作用规律并与牛顿万有引力结合进行了多种猜想。库仑定律的发展历程如图3所示。

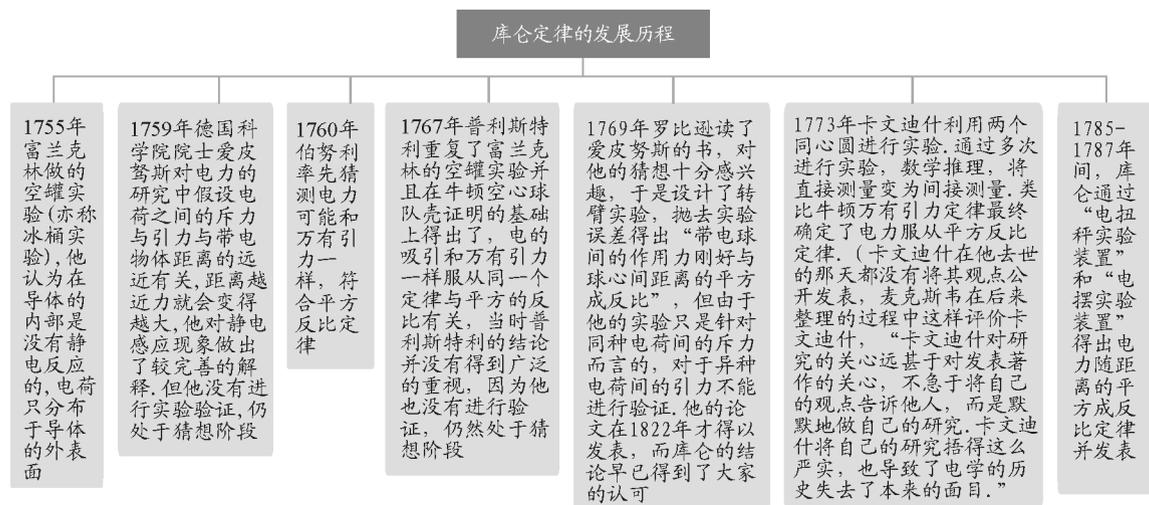


图3 库仑定律发展历程图

经物理史实的渗透,教师可提出以下问题:

- 1) 科学探究最初始的环节是什么?
- 2) 从物理学家的探究历程中你能学到什么?

从麦克斯韦对卡文迪什的评价中,你有何感想?

3) 你能否自行设计实验或演示前人的实验去探究电荷间力与距离的关系?

设计意图:经物理史实的渗透,展现科学家的探究历程,引导学生从各物理学家的贡献逐步分析科学史、实验与结论,感受科学研究的历程和方法。知道科学知识的暂定性和累积性,体验科学研究的传承性、可发展性、修正性,认识到自然规律历程及方法,“理论基础(牛顿万有引力)—进行猜想(类比万有引力平方反比)—进行实验—数据支撑解释—修正并进行实验—得出正确物理观念”及类比法的渗透。

(5) 设计实验(库仑实验再介绍)

可借助教育技术或虚拟仿真平台虚拟实验,本次借助视频播放的方式进行实验讲解,从实验器材、原理、过程等对库仑实验进行“再现”,如图4所示。

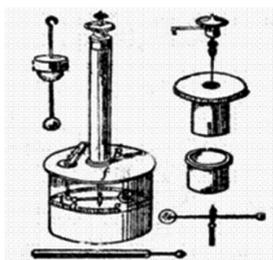


图4 库仑实验图(来源于百度图片)

教师解释库仑实验,“扭秤实验”只得出了“带同号电荷的两球间的斥力,与两球中心距离的平方成反比”的结论与普利斯特利的猜想一致,但是这种方法存在着和罗比逊同样的问题,只进行了同种

电荷间斥力的验证,不能验证异种电荷间的引力问题,于是库仑又设计了“电摆实验”(图5)进行验证异号电荷之间的力,库仑得出结论“正电与负电之间的引力,也和距离的平方成反比”,综合得到: $F \propto \frac{1}{r^2}$.库仑根据对称性原理,通过相互接触的金属小球,电荷均分原理等方法得出了 $F \propto q_1q_2$ 这一结论^[6].

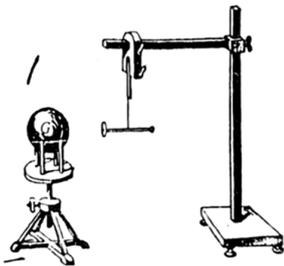


图5 电摆实验图

提出问题与要求:

- 1) 前人和库仑都是根据哪个定律进行猜想与实验的?
- 2) 从库仑定律的探究历程中你能学到哪些科学方法?
- 3) 课后分组进行课本上“探究影响电荷间的相互作用力的因素”实验。

设计意图:通过再现库仑实验过程,使学生了解库仑进行实验探究时所用到的科学方法、逻辑思维、类比方法的重要性,库仑在进行实验时如何巧妙解决了电荷量与微小库仑力之间的测量,又如何将其放大的.让学生体验到类比、微小放大、对称等思想在物理科学探究中的重要作用。

(6) 呈现物质观念

在经过上述的学习后,学生对电荷间的作用力已有逐步的理解,认识到各个科学家的猜想与实验历程及科学方法的应用,体会到自然规律的统一与多样性,教师可引导学生思考并给出库仑定律和点电荷的概念,可写下如图6所示的板书。

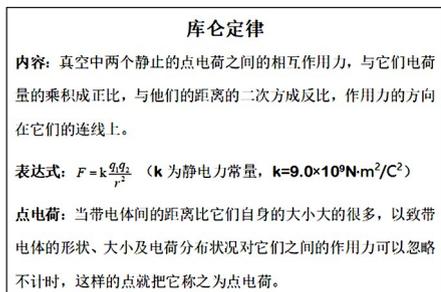


图6 库仑定律板书

设计意图:学生对库仑定律的得出有了清楚的认识,能逐步获取到知识,在教师的引导下注意到细节知识点,突破重难点,建立正确的物理观念。

(7) 总结与评价

总结与评价不仅是对学生学习库仑定律的检查,也是教师反思的过程.教师通过对学生的发言与陈述,从中找出学生对本次课堂重难点的掌握情况.还能对学生的情况进行引导,梳理不理解的知识,促进学生对科学知识的本质理解,建立正确物理观念.教师还可提出如下的问题与要求:

- 1) 库仑的“扭秤实验”和“电摆实验”是如何巧妙解决电荷量测量问题的?
- 2) 通过本节课的学习,你学到了什么科学方法,对待科研或学习应有何种态度与责任?

4 总结

在涉及物理学史的教学时可引入 HPS 教学模式,以物理史实为基础创设情境,对科学哲学进行渗透,从概念知识的学习逐渐形成正确的物理观念;从各物理学家的探究历程,培养学生的科学思维,让学生体验到科学哲学的魅力;在科学探究历程中体会科学方法、科学态度、科学精神的重要性,能够培养学生的批评、质疑、交流、合作、表达等方面的能力;从科学与社会间的关系加强学生的责任感.将 HPS 教学模式与物理学史教学相结合能够使学生深刻地认识到科学的本质内容,从物理史实、科学过程中逐步加强学生对科学史、科学哲学、科学社会方面的认识,同时也能更好地促进学生核心素养的建立。

参考文献

- 1 纪金忠.高中物理教学中渗透社会责任教育的研究[D].南京:南京师范大学,2018
- 2 段雨娥.基于核心素养的高中物理课外实践活动研究[D].天津:天津师范大学,2019
- 3 高矿.HPS教学模式在高中物理教学中的应用——以原子核式结构模型的教学为例[J].物理教师,2013,34(02):15~17
- 4 李帅.HPS教育融入高中地理微课的研究[D].石家庄:河北师范大学,2018
- 5 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准[M].北京:人民教育出版社,2018
- 6 周诗文,彭玉霞.发展性教学中渗透物理学史的尝试——“库仑定律”的案例教学[J].物理通报,2012(09):25~28
- 7 郭奕玲,沈慧君.物理学史[M].北京:清华大学出版社,2005