

试论研究性的物理实验与教学中的物理实验之异同

朱 琴

(北京市昌平区第二中学 北京 102208)

赵诗华

[中国矿业大学(北京)理学院 北京 100083]

(收稿日期:2019-07-29)

摘要:物理学建立过程中研究性的“物理实验”与中学物理教学中的“物理实验”,在其基本语义之下,又有一些不同的含义,本文试图对此做一些讨论.这本身也是对物理实验本质内涵的研究,更是对科学思想、方法和精神的追根溯源,更好地促进物理学学科核心素养的落实.

关键词:物理实验 物理学 中学物理教学

1 问题的提出

物理学和中学物理教学都重视实验.

丁肇中说,“实验可以推翻理论,而理论永远无法推翻实验.”

闫金铎先生提出:在物理教学的过程中,应当按照观察,实验,思维和应用的顺序展开.

两者谈到“实验”的含义完全相同吗?

显然前者谈到的“实验”是指物理学研究中的,后者是指中学物理教学中的,在这两个领域中“实

验”的含义不完全一样.

验”的含义不完全一样.

下面我们通过对比“实验”在这两个领域中的作用来诠释它的含义,以期对中学物理教师有所启发和帮助.

2 物理学建立过程中研究性的“物理实验”

首先我们要知道物理学是如何发展起来的,物理学理论与实验两者之间的关系,物理学家做实验到底是用来干什么的?

《普通高中物理课程标准》(2017年版)中对物

动思考,达到激发学生思维的目的.



图6 投放物资小游戏

因此,在教学中要合理编制问题,培养学生运用在物理课程中所形成的物理观念和科学思维建立与问题相关的知识结构,分析解决生活中问题的能力,通过一个个具体问题的解决,促进物理学学科核心素养的达成.

3 结束语

此次教学建议的修订,充分体现了从三维目标

走向核心素养.要将培养学生物理学学科核心素养落实到实处,还需通过物理教学,教学工作者要把课程标准的目标、理念和要求,教材的教学内容和所体现的教学方法转化为符合自身特点的教学设计,将教学设计有效实施,从而有效地提升学生的学科核心素养,落实立德树人根本任务.

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). 北京:人民教育出版社,2017
- 2 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(实验). 北京:人民教育出版社,2003
- 3 郭玉英. 从三维课程目标到物理核心素养. 物理教师, 2017,39(11):2~4,8
- 4 阎元红. 基于开阔背景下的原始物理问题探析. 教学与管理,2003(19):60~61
- 5 邢红军,陈清梅. 论原始物理问题的教育价值及其启示. 课程·教材·教法,2005(01):56~61

理学的表述:物理学是自然科学领域的一门基础学科,研究自然界物质的基本结构、相互作用和运动规律.物理学基于观察与实验,建构理想模型,应用数学等工具,通过科学推理和论证,形成系统的理论体系和研究方法.

因此,可以认为物理学包括两部分,一是通过科学思维用数学语言建立起来的具有逻辑关系的理论

体系,二是理论体系必须接受实验检验.理论通过演绎推理得到更多的推论进行预言,通过实验“确证”预言,也就间接“确证”了新理论,同时旧理论就被“证伪”,需要根据新的实验现象修正原来的理论或者创立新的理论,原来的理论会被摒弃或者成为新理论的一个极限情况存在,如图1所示.

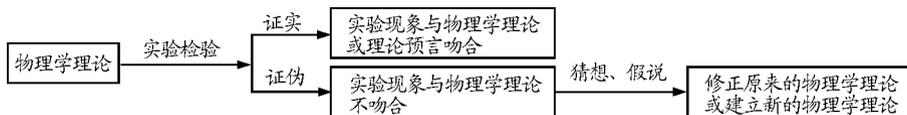


图1 物理学理论与实验的关系

密立根说:“科学靠两条腿走路,一是理论,一是实验.有时一条腿走在前面,有时另一条腿走在前面.只有使用两条腿,才能前进.”

物理学理论是在一定范围内被证实,并不是一成不变的,随着人们对客观世界的深入认识而不断地得到发展和完善,使得物理学理论的表述更精准、

更清晰时,也更能被否认,也越来越科学、越来越接近真理,当然真理是相对的.

可见,物理学中的“实验”主要是用来支撑和检验物理学理论体系,是物理学研究的需要,这些“实验”很关键且在数量上力求少,我们称它为研究性的“物理实验”,举例说明如表1所示.

表1 研究性的“物理实验”(用来支撑和检验物理学理论体系)

物理学理论体系	牛顿力学	经典电磁学	量子力学
研究性的“物理实验” (支撑和检验物理学理论体系)	卡文迪什扭秤实验	库仑扭秤实验	密立根油滴实验 测普朗克常数实验

3 中学物理教学中的“物理实验”

中学物理教学中的“实验”除了包含物理学研究性的实验和物性实验(如探究胡克定律)外,还有大量的在物理学上都不存在的自制实验,这些实验是用来有效补充学生直观经验、培养实验能力和训练实验技能的,是教师发挥自己的聪明才智创造出来的,不

限数量,其目的是促进学生物理学科素养的形成和终身学习能力的发展,不是物理学研究的需要,与物理学研究性的“实验”作用不一样,我们称它为中学物理教学中的“实验”.

因此中学物理教学中的“实验”包含物理学研究性的实验,如图2所示,但在作用上却有很大的不同,现举例说明如表2所示.

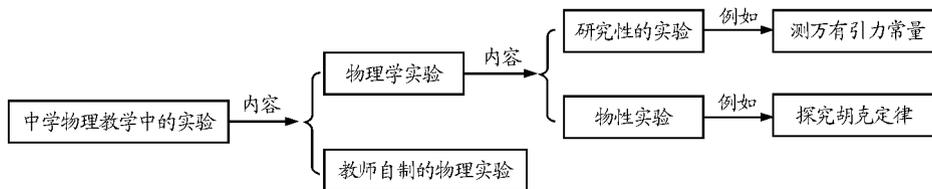


图2 物理学研究性的“实验”与中学物理教学中的“实验”在内容上的关系

表2 对比同一“实验”在中学物理教学中与物理学研究中的作用

实验名称	探究牛顿第二定律	库仑扭秤实验	探究滑动摩擦力的大小
物理学研究中的作用	不存在	支撑和检验经典电磁学理论体系; 定量精确测定静电力常量 k	物性实验; 非关键性
中学物理教学中的作用	物理学研究方法的重要载体	体会物理学思想和方法,实验设计的巧妙; 定性观察库仑力大小与电荷量、距离的关系	物理学研究方法的重要载体; 培养实验能力和训练实验技能

4 对比物理学研究性的“物理实验”和中学物理教学中的“物理实验”

下面通过实例对比研究性的“物理实验”和中学物理教学中“物理实验”。为了很好地说明问题,我们以牛顿第二定律为例。

实例:牛顿第二定律

(1) 物理学中的牛顿第二定律

牛顿第二定律是理论假说,不是实验归纳得出的定律,其推论需要实验检验和支撑。

牛顿第二定律与其推论之间满足理论自治,它们环环相扣,一旦推论被确证,牛顿第二定律就被间接证实。

《自然哲学的数学原理》一书的构思,主要是为了解决天体问题。牛顿从牛顿三大运动定律出发,结合万有引力定律和微积分成功解释了开普勒行星运动定律,万有引力定律是否正确,测万有引力常量实验就成了支撑整个牛顿力学体系的关键性实验。实验工作者对该定律提出一系列的问题,例如: G 的精确值是多大?它是一个常量还是会随时间和地点而变化?引力是严格地与距离的平方成反比吗?它与两物体的组成相关吗?引力与物体的运动状态有关吗?对万有引力常量 G 的精确测量不仅具有计量学上的意义,更关键的是对于检验牛顿万有引力定律及深入研究引力相互作用规律具有重要意义,是牛顿力学体系建立的基石。

由于引力相互作用极其微弱且不可屏蔽,因此万有引力常量 G 是最难测定的常量之一。 G 是历史上最早被认识和测量的物理常量,但 G 的测量精度仍然是物理学基本常量中最差的。300多年来,不少科学家在努力测量 G 值并让它更精确。2018年8月,《自然》杂志发表了中国科学家测量万有引力常量的研究,测出了截至目前最精确的 G 值。

(2) 中学物理教学中的牛顿第二定律

高中物理教材人教版(2019年版)必修第1册中安排了一个“探究牛顿第二定律”的实验,目的是为了学生更好地理解 and 掌握牛顿第二定律而设计

的。同时这个实验对培养学生的物理实验能力和操作技能来说是很好的载体。本实验的原理、方案设计、装置选择、数据采集、数据表格设计、数据记录、利用化曲为直的图像法处理数据、得出实验结论等一系列科学探究环节能很好地培养学生的实验能力和操作技能,是教师通过讲授等其他途径没法实现的。实验技能的熟练有利于知识的掌握,也是联系物理知识与物理实验能力的桥梁。

中学物理教学中过分强调实验的作用也会带来一些负面的影响:首先,这会带给学生一种误解,认为牛顿第二定律是通过大量实验归纳得出的,实际上在物理学的发展史上不存在“探究牛顿第二定律”这个实验。其次,由于引进了“探究牛顿第二定律”这个实验,也就忽视了牛顿力学理论体系的建构过程,学生体会不到牛顿三大运动定律在牛顿力学中的基础性地位,不能正确理解实验与物理学理论体系之间的关系,不利于学生物理观念的形成。当然,对于学生来说,要理解到这一点是有困难的,但作为教师,这关乎到学科素养问题,不能含糊。

综上所述,研究性的“物理实验”是物理学理论的试金石,物理学理论体系只需要几个关键性的研究性实验来支撑和检验。中学物理教学“实验”既包含研究性“物理实验”还包含大量的教师创造性“物理实验”,主要作用是辅助物理教学。

我们只有明确“物理实验”的真正含义才能更好地发挥“物理实验”在中学物理教学中的重要作用,促进学生物理学科素养的形成。

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. 北京:人民教育出版社,2017
- 2 谭树杰,王华. 物理学上的重大发现. 北京:科学技术文献出版社,1987
- 3 涂良成,黎卿,邵成刚,等. 万有引力常数 G 的精确测量. 中国科学:物理学 力学 天文学,2011(6):691~705
- 4 (英)A·F·查尔默斯著. 科学究竟是什么. 鲁旭东,译. 北京:商务印书馆,2018
- 5 阎金铎,段金梅,续佩君,等. 物理教学论. 南京:江苏教育出版社,1991