



物理学家的研究思想在高中物理教学中的显化

贺桐杰 王笑君

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2017-05-19)

摘要:通过把物理学史中的一些原始实验和课堂中的探究实验相结合,然后再提炼思想方法,把物理学家的研究思想在高中教学中显化出来。

关键词:物理学史 研究思想 原始实验 探究实验

1 引言

当前物理学史的教学,存在的问题有:

(1) 过分强调结果性的教育,忽略了概念、定律和理论形成的过程性讲解^[1],导致学生对知识后的背景知之甚少。比如在讲解万有引力定律的时候,只是简单陈述牛顿通过苹果落地的自然现象得到了万有引力定律,事实并非如此,牛顿是通过很强的推理得到的结论,这样就导致学生对物理学史的认识缺乏深刻性。

(2) 只讲故事性的物理学史吸引学生兴趣,不深入讲解研究思想和方法。所以笔者在结合了核心素养中要培养学生的科学思维的要求,建议把最能体现物理学家研究思想和方法的原始实验带到课堂与探究性实验结合起来讲解^[2],把物理学家的研究思想在高中教学中显化出来。

本文以动量守恒定律的探究和自由落体运动规律的探究以及牛顿第三定律为案例分析,让物理学家的研究思想在高中课堂中呈现。

2 原始数据与课堂结合的案例分析

笔者提出了把原始实验与探究实验结合的教学流程图,如图1所示。

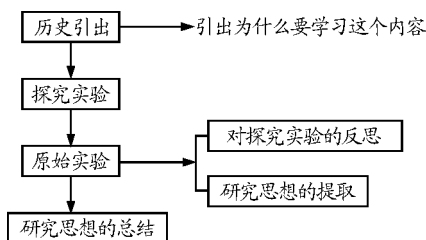


图1 研究思想的渗透流程图

首先是通过物理学史引出为什么要学习今天的内容,让学生能够从历史的探索中找到答案,再让学生去自主探究实验,之所以把原始实验的讲解放在探究实验后,是为了不影响探究实验的进行,同时也为后面研究思想的提取做铺垫,因为研究思想和方法就蕴藏在原始实验中,有待我们去挖掘。

2.1 守恒思想与动量守恒探究的结合

(1) 从历史的演变,引出守恒思想

在高中“探究碰撞过程中的守恒量”的教学中,教师一般都是这样引出课题的,“同学们,碰撞在我们生活中很常见,那在碰撞中哪些物理量是守恒的呢?今天就让我们自己去探究一下碰撞过程中的守恒量。”但是学生就可能产生疑问,为什么要去研究碰撞过程中的守恒量,而不去探究在碰撞过程中哪些物理量发生了什么变化?我们可以从历史上关于守恒的研究演变出发,去消除学生的困惑。寻求守恒量一直是物理学家们的奋斗目标,历史上第一个有意义的守恒学说,就是现在的质量守恒的观点,实际上,除了质量守恒,物理学家们还想找到运动守恒,但是想要用实验验证运动中的守恒量不是那么容易的^[3],因为运动涉及物体的质量和速度两个物理量,最先研究这个运动中的守恒量的是笛卡尔,笛卡尔认为运动总量必定是个常量,后来惠更斯对碰撞问题做了系统的实验和理论研究,最后以两球碰撞模型,研究出来了运动过程中的守恒量。在讲解守恒思想的来源和物理学家们对探究运动守恒量的贡献后,就可以让学生进行自主探究实验,去探究碰撞中哪些物理量守恒。

(2) 课本自主探究实验

在高中人教版教材的自主探究实验中,用的是气垫导轨、打点计时器等器材去探究碰撞^[4]。现在我

们可以用仪器去测量速度,那么以前的物理学家们是通过怎样的实验设计去得到这个结论的呢?所以在让学生做完探究性实验后,我们有必要讲解一下惠更斯的原始实验设计,让学生们在欣赏物理学家的智慧的同时,加深他们对动量守恒的理解.

(3) 惠更斯发现碰撞规律的经典实验讲解

惠更斯用弹性球的摆做实验,在图2中,他用两个相同的球以大小相等、方向相反的速度 v 相碰后,各自以同样的速率 v 反弹回去.在图3中,他又用动球去碰撞静球,动球静止下来,静球获得了原来动球的速度.图4为惠更斯1700年左右的一篇论文的原图,画面也许显得有点古怪,但是惠更斯却提供了非常敏锐和新颖的思想,假设船以速度 v 向右行驶,若船上的人在它的参考系内做这个碰撞实验,而在岸上的人看来,碰撞前左球以速度 $2v$ 向右运动,右球速度却等于 $v-v=0$.碰撞后则反之,左球不动,右球以速度 $2v$ 向右运动^[5].

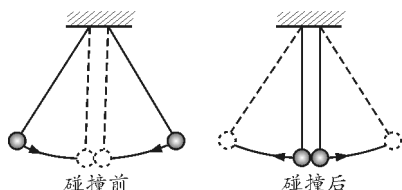


图2 两球均运动互碰

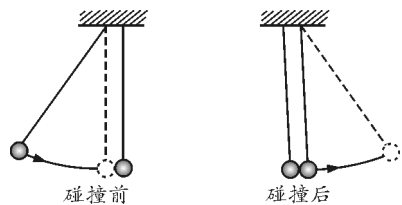


图3 一球运动一球不动互碰

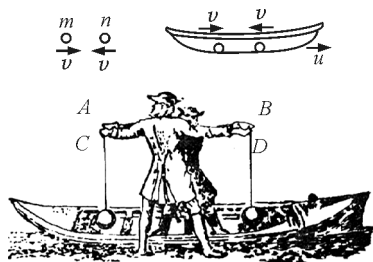


图4 惠更斯的想象:两相等质量之间的弹性碰撞

(4) 研究思想的总结

其实我们会发现惠更斯不仅探究出了运动中的守恒量,还发现了运动的守恒不止在静止的参考系中守恒,还在运动的参考系中成立.我们可以对守恒思想进一步拓展,加深学生们对动量守恒的认识,守恒就是在物理变化的过程中常存在某些不变的关系或不变的量.在讨论一个物理变化过程时,寻找整个

过程中或变化发生前后存在着的不变关系或不变的量,是研究这一变化过程的中心和关键,这就是我们今天去探究碰撞过程中的守恒量的原因.在物理学的认识和发展中很多领域都渗透着这样的思想,质量守恒、能量守恒、电荷守恒等等,守恒既是一种思想,也是一种方法.

2.2 实证思想与自由落体运动的规律探究的结合

(1) 史料引出实证的思想

为什么要去研究运动的规律?谁先开始研究这个规律?他们是怎么研究的?这些都是学生们在学习自由落体运动的时候容易产生问题.所以我们有必要把这些答案通过历史的方式告诉给学生.在伽利略以前人们相信物质世界的变化是按照物对人的用处来安排的,人的活动连同物都要按照上帝的安排来运转,也就是目的论的观点,最典型的代表就是亚里士多德,但是伽利略认为物体运动的改变总是有某种力作为原因,人与自然界不过是服从数学关系的原子集合.运动变化是伽利略科学研究唯一限定的对象,在伽利略看来,物体变动都可以归之于物体受力的结果.在伽利略以前,科学家们都是通过逻辑思辨分析问题的,但是伽利略的研究方法却是完全不同的,他所要研究的不是运动为什么发生而是怎样发生,于是他就可以通过实验观察运动的规律,并用数学的关系表达出来.

(2) 探究自由落体运动的规律

在讲解了为什么要去研究自由落体运动后,就可以让学生自己去探究了.在粤教版教材中,在探究自由落体运动规律的时候,我们利用打点计时器固定在铁架台上,纸带一端系着重物,另一端穿过计时器,然后用手捏着纸带,松手后重物做自由下落,测得加速度,最后得到自由落体运动的规律.

(3) 讲解物理学家的经典实验,提取思想

在探究完成以后,学生心里已经对自由落体运动的规律有一定的了解,这个时候我们可以回答学生刚刚提出的疑问了,伽利略是怎么研究运动规律的.伽利略是通过斜面实验(图5)得到了自由落体运动的规律,教师可以通过问题的方式,让学生对刚刚做过的实验进行反思,同时又可以认识伽利略的实验方法.第一,伽利略研究的是自由落体运动,为什么要选择用小球从斜面滑下来,这样做是为什么?我们知道在那个时候,时间测得不是很准确,精度不会很高,我们知道自由落体运动很快,那时的下落时间还不好测量,于是伽利略利用斜面降低物体

下落的速度.第二,伽利略如何减小实验误差?伽利略为了减少摩擦,在木板上挖了一个斜槽,然后在槽内铺上光滑的羊皮纸.第三,伽利略如何测得下落时间?那个时候还没有精确的秒表.伽利略非常聪明地用了一个方法,在盛水的大容器底部开一个小孔,水通过孔流入杯内,预先称量好水杯的重量,这样可以根据水杯的变化质量测得时间.

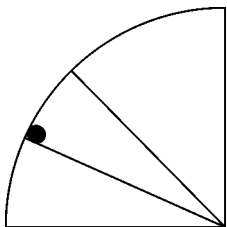


图5 伽利略的斜面实验设计

(4) 研究思想的总结

如果伽利略也像亚里士多德一样,只是凭经验逻辑得到物理理论,不客观地去做实验探究,那么他就不会得到自由落体运动的规律.伽利略开启了实证理论的先河,同时也是把物理与数学结合起来的.在实证的时候,经常会遇到一些问题,比如像伽利略一样不能直接测得时间,他用测水质量的方法转化了一下,我们在做实证的时候,也会遇到身上的仪器工具不能测得自己想要的物理量的时候,想一想能不能转化一下测量的物理量,把不能测得的物理量,变成可以测得的物理量,这是在实证的时候很重要的一个方法.

2.3 相互性思想与牛顿第三定律的结合

(1) 从历史的角度引出为什么要去研究力的相互性

如果力不是相互的会发生怎样的结果呢?在牛顿的《原理》中写道,如果某一物体能够吸引邻近的物体,而自己却不被那个物体以同样大小的力所吸引,那么一个吸引力不太大的物体将会驱动其邻近的另一个物体,从而两者都做加速运动至无穷,这就违反了运动第一定律.如果这个物体是地球和太阳系,会导致什么样的结果呢?这就是牛顿开始研究力的相互性的原因,也是我们今天去学习这个内容的原因.

(2) 探究性实验,作用力和反作用力的关系

教材的探究性实验是,把两个弹簧测力计连接在一起,一个弹簧测力计固定,然后用手去拉另一个弹簧测力计,两个弹簧测力计的示数相等,然后得到力的关系,作用力和反作用力等大反向.

(3) 重现牛顿的原始实验

牛顿的实验装置如图6所示,在两个相邻的盛水容器内分别漂浮着一个软木塞,其中一个软木塞上放置一根条形磁铁,另一个上放置与磁铁等质量的铁块.牛顿说,如果仅仅是磁铁吸引铁块,那么放有磁铁的软木塞将会留在原处,而铁块却飘向了磁铁,但是事实却是两个负载的软木塞发生了相向飘移,这说明力的作用是相互的.

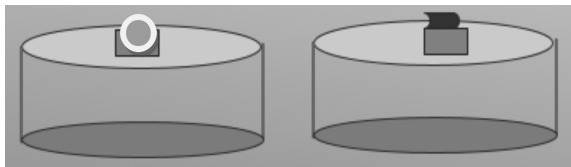


图6 牛顿的原始实验装置

(4) 物理学的研究方法的总结

从牛顿的原始实验中,我们可以看到牛顿的设计很巧妙,因为不能直接测量力所以他选择了用磁力去代替重力进行研究,因为磁铁可以吸引铁块.可以通过两个物体的运动判断力是否是相互的,也通过判断两个物体运动的快慢,判断两个力的大小是否等大.这是一种重要的转化思想.

3 总结

在物理的原始实验中蕴藏了物理学家们丰富的研究思想,有待我们去挖掘.但是也不是所有的原始材料都可以呈现在高中的课堂中,所以需要教师筛选出最有价值的呈现给学生.教学改革的重要任务之一,就是要尽早地培养学生科研人员应该具备的本领和能力,这就要求我们必须尽可能地使教学中的概念、定律和理论知识,尽量接近科学家们在其研究过程中形成的概念、发现的定律和创建的理论,以使从中领会科学家的实际创造过程和他们运用的方法^[6].

参考文献

- 1 蔡志凌.物理学史教学的现状、问题与对策研究.课程·教材·教法,2003(07):35~38
- 2 申先甲,李艳平,刘树勇,等.谈谈物理学史在素质教育中的作用(续).大学物理,2000(12):37~39
- 3 唐岳兵.“动量守恒”的探究式教学设计与反思.华夏教师,2015(11):28
- 4 张维善.物理·选修3-5.北京:人民教育出版社,2016.95~97
- 5 赵凯华.力学.北京:高等教育出版社,2011.44~45
- 6 申先甲,李艳平,刘树勇,等.谈谈物理学史在素质教育中的作用.大学物理,2000(11):36~40