

中美高中物理教材中实验的比较研究

——以“抛体运动”为例

陆雪娇

(南京师范大学教师教育学院 江苏 南京 210000)

(收稿日期:2017-08-06)

摘要:中学物理课程是以实验为基础的课程,物理教材应该体现这一课程性质.本文选取了中美两国常用的两种高中物理教材,比较其实验呈现形式的总体差异,再以“抛体运动”为例进行比较,发现中美教材在实验性质、实验设置、实验内容、实验器材等方面存在较大的差异.中国教材中还存在缺少探究性实验,实验器材、实验内容的选择不够贴近生活,实验缺乏创意等问题.

关键词:高中物理教材 物理实验 比较研究

1 引言

物理是一门理论与实践并重的学科,杨振宁先生也曾说过:“物理学科是一个多方面的学科,是现象的学科,不是一个死的学科,是一个新的学科,是一个跟实验非常接近的学科,而不是整天在公式内打滚的学科”.实验作为物理教学中的重要内容,其在教材中的呈现形式、内容对物理教学有着重要的影响.因此,物理教材如何编写实验内容至关重要.本文首先对中美两种物理教材中实验的形式进行了比较,其次以“抛体运动”为例,对比分析了两种教材中的物理实验,希望能对新课程改革中物理教材实验部分内容的编写有所启示.

本文选取的国内教材是人教版高中物理教材,有必修系列2本,选修系列共10本,共涉及12个模块,是我国应用最为普遍的高中物理教材.美国高中物理教材是《物理:原理与问题》(Physics:Principles and Problems),它在美国的选用率一直处于较高的水平,从20世纪80年代开始一直广受好评.

2 中美教材实验形式对比

2.1 中国教材实验形式

我国人教版高中物理教材中的实验主要有“学生实验”、“实验”、“演示”、“做一做”、“问题与练习”5种形式.

“学生实验”是用物理实验室内的器材做的定量实验.这些实验要按照教学要求,由同学们分组进行.在我国人教版高中物理教材中,一个“学生实验”编为一节,标题都有“实验”二字,可在两个课时或一个课时内完成操作,数据处理往往要在课后进行.

“实验”在我国人教版高中物理教材中以栏目的形式出现,在课堂上由同学们自己操作完成.这类实验比“学生实验”简单,用时短,多数是定性实验.

“演示”在课堂上由教师操作,同学们观察、讨论.有些演示的操作应该有同学参与.

“做一做”栏目中实验的趣味性较强.在“做一做”栏目中,有些是实验性的活动.这些实验中,有的要用到计算机,有的要用到生活中的器材,有条件要尽量多做.

“问题与练习”中也有一些实验性的题目.这些题目中的器材也是容易获得的,它们的难度比“做一做”中的低些,同学们都应该完成.

2.2 美国教材实验形式

美国高中物理教材《物理:原理与问题》中的实

验主要有“物理实验(Physics Lab)”、“自行设计物理实验(Design Your Own Physics Lab)”、“袖珍实验(Pocket Lab)”3种形式。

“物理实验”中的实验都是为了纠正普通学生在学习本章物理知识时的错误理解而设置的。“物理实验”中的内容能在一个课时内完成,并且相对容易进行。“物理实验”作为教材中的一部分内容,其中的实验是现成的,这将协助教师完成实验课的要求。由于该部分实验针对的是学生的一些普遍的错误理解,因而它们为学生对概念的发展和重新学习提供了理想的动手机会。它们的设置也让教师有了额外的机会来向学生指出物理原理的日常应用。

“自行设计物理实验”通过让学生自行设计并完成实验来经历科学的探究过程。当学生设计、进行以及评估他们自己的实验时,这些实验将带给他们前所未有的兴奋感。学生通过亲身感受将会发现,为研究问题而设计一系列过程并不像他们想象的那么难。作为教师可以看到,学生通过自主进行的“自行设计物理实验”,在自信心和能力上不断地成长。

“袖珍实验”是一些容易完成的微型实验。它们为学生加强物理原理的概念化提供了额外的动手、发现经历。在物理课程的学习过程中,袖珍实验室包含的一系列额外的实验活动对学生来说是一个很好的机会。

2.3 中美教材实验形式对比

首先,我国教材在实验形式的种类上明显多于美国教材,我国教材共有5种形式的实验设置,种类丰富,而美国教材只有3种。其次,美国教材的实验相对于中国教材来说操作起来更加简单,且耗时较少。不管是“物理实验”、“自行设计实验”,还是“袖珍实验”,学生完成起来都相对容易。最后,美国教材的实验形式更强调学生的自主性,美国学生在各种实验中,都掌握着主动权。

3 中美教材实验对比——以“抛体运动”为例

本文选取了中美两本高中物理教材中“抛体运动”部分的实验,对其进行了比较。

3.1 我国教材“抛体运动”的实验

《物理·必修2》第五章第3节“抛体运动的规律”之后,教材中呈现了一个“做一做”的实验。教材为学生提供了参考图片及实验方法:用小锤击打金属片,让一个球沿水平方向被抛出,同一时间,松开同一高度的另一个小球。实验要求是让学生用观察或“听”的方法判断哪一个小球先落地,完成一次实验后,学生还需要改变两个小球距离地面的高度以及小锤击打金属片的力度,经过多次实验,反复观察和“听”两个小球落地的先后,最后思考、回答实验现象说明的问题。

《物理·必修2》第五章第4节是一节名为“研究平抛运动”的“学生实验”课。该实验要求学生描绘平抛运动的轨迹,进而通过轨迹研究平抛运动的特点。教材为学生提供了3种获得平抛运动轨迹的方法。一是让钢球从斜槽滚下,从水平槽飞出使其做平抛运动,多次实验,在竖直的白纸上记录钢球的多个位置,从而获得钢球平抛运动的轨迹;二是让水由倒置的饮料瓶经水平细管射出,将空中形成的弯曲细水柱描绘下来即可以作为平抛运动的轨迹进行分析;三是用数码相机或者数码摄像机连续拍摄小球做平抛运动的照片,根据照片画出小球的轨迹。获得平抛运动的轨迹后,学生需要判断它是否为抛物线。方法是在轨迹上取水平方向等距离的几个点,如果平抛运动的轨迹是抛物线,那轨迹上的点都应满足 $y=ax^2$ 的关系式,通过代入计算可确定 a 的值。其次要计算平抛运动的初速度。忽略空气阻力,物体在竖直方向做自由落体运动,因而竖直方向物体的位移可以表示为 $y=\frac{1}{2}gt^2$,测量某点的下落距离,代入公式计算下落时间 t ,再测量该点的水平距离,即可计算物体的初速度。

3.2 美国教材“抛体运动”的实验

在《物理:原理与问题》第六章第2节“抛体运动”中共有3个相关实验。

第一个实验是“袖珍实验”,实验名称叫做“在边缘”。实验方法是让两个小球分别从等高的桌面以相

同的速度水平飞出,要求学生预测哪一个小球先落地,哪一个小球落地时距离桌面更远并解释原因.其中一小球的质量是另一小球的两倍.实验完成后要求学生进一步分析总结:球的质量影响它的运动吗?质量存在于任何抛体运动的方程中吗?

第二个实验依旧是“袖珍实验”,实验名称叫做“球从何处反弹”.画面中出现一个人手中抓着一个高尔夫球,从侧面伸展开手臂使球位于肩高位置.实验要求学生将球释放,让搭档在球打到地板时用秒表开始计时,下一次球落地时停止计时.学生以稳定的速度行走,预测球将在哪里落地,思考球从落地到完成第一次反弹是否会花费相同的时间.

第三个实验是“自行设计物理实验”,实验名称叫做“垒球运动”.首先提出问题:中场手如何将球扔给本垒处的捕手才能使它在跑垒者之前到达?你能给中场手提供什么建议?然后引导学生建立假设:利用已知的水平和垂直方向的抛体运动的知识制定假设,向中场手提出建议,考虑影响球到达本垒所用时间的因素.实验器材包括:秒表、垒球、足球场或有预定距离的大型开放场地.实验设计是:首先,小组讨论确定要测的变量,思考水平和垂直速度如何影响射程;其次,确定谁来投球,如何确定射程,射程是一个常量还是变量;再者,制作一个表格记录所有投掷和计算的数据;最后,检查实验设计,确保教师批准后,再进行实验.实验完成后学生需要进行分析总结:确定每次投掷垒球 v_x 和 v_y 的初始值,计算垒球的初速度 v_0 ;所有人投掷的射程是否一样,投掷的初速度是否一样;垒球的投掷角度是否影响射程和落地时间;验证假设,思考中场手在投球时应该增大 v_x 还是 v_y .最后,教材还以提问的方式让学生对实验结果进行应用:为什么足球在开球时要以一定的角度而不能踢悬空球?

3.3 中美教材“抛体运动”实验对比

3.3.1 实验性质

在实验位置的安排上,中国教材关于抛体运动的两个实验都位于“抛体运动的规律”这一节课的内容之后,是在学生对抛体运动的规律有了一定的

了解之后进行的,实验性质偏向于验证性实验.而美国教材中的3个实验,其中有两个都是位于抛体运动规律讲授的过程之中,课后的实验也是与生活相关、学生需要自主进行的,实验性质更加偏向于探究性实验.

3.3.2 实验器材

美国教材中3个实验的实验器材更加多样,有小球、高尔夫球、垒球等.相对来说,中国教材中实验器材的选择较为单一,两个实验选取的主要实验对象都是钢球.当然在获得物体平抛运动轨迹时,学生还可以选择水流形成轨迹,但考虑到简单、方便等原因,多数情况下,教师可能只要求学生选择用钢球进行实验.从实验器材的选择上我们也能看出,美国教材中的实验更加简单、贴近生活.高尔夫球和垒球都是体育活动中常见的物品,这在某种程度上也更能吸引学生,激发学生探究的兴趣.

3.3.3 实验设置

除了“袖珍实验”中的实验,美国教材在设置实验时都会有一个完整的思路,一般路径为:问题—假设—实验器材—实验设计—分析总结—应用.这有助于学生体验科学的探究过程,表明美国教材注重培养学生的自主探究能力.中国教材中实验的设置就较为简单和直接,一上来就“开门见山”,学生可以直接按照教材上的实验步骤进行实验,因此缺少自行设计实验、进行科学探究的过程.

3.3.4 实验内容

相比较而言,中国教材中的实验内容更加严谨,对于实验过程和一些注意事项交代得都较为具体.例如,在第一个“做一做”实验中除了让学生观察还提醒学生通过“听”的方式判断小球落地的先后,而在后面的实验中,为了让学生获得物体做平抛运动的轨迹,提供了3个详细的参考案例.这会使学生的实验过程更加顺利,而美国学生在进行探究类实验时可能就会遇到较多的问题.美国教材除了在实验器材的选择上更加生活化,在实验内容的选择上也更加生活化,“垒球运动”实验的选择就十分贴近学生的日常生活.由美国教材实验设置中的“应用”环

节可以看出,美国学生的实验场所更加多样,教材也更加注重相关原理、规律在实际生活中的应用,而中国教材中的实验一般只限于在教室或实验室内完成。

3.3.5 其他

除了上述差异,相较于美国教材,中国教材更多地关注实验中图像的获得和数据的计算、处理。美国教材在呈现实验时更具创意,教材中的每一个实验都被赋予了名称,这在某种程度上能更多地吸引学生的注意。在实验目的规范化、实验过程活动化、实验方案微型化、实验内容人性化、实验评价行为化等方面,中国教材都还有待加强。

4 总结

教材是教师进行教学活动的主要依据,也是学生进行物理学习的重要工具。而通过本文的比较,发现与国外教材相比,中国教材中对实验内容的设置虽然有其自身的独特性和优点,但还是存在着较多的不足。编者在改进物理教材时需要向国外教材多加学习,不断地优化我国的物理教材,特别是实验部

(上接第90页)

本文通过采用批判性科学思维(即解读、分析、评价、推理^[2,3]),分析了两个相对论时空观典型例题,通过正向与逆向思维对比,启发式与探究式讲解相结合,以及代入具体分析客观现实性,启发学生多角度考虑抽象的时空观问题。特别是基于结论的一致性,通过逆向思维反推找到问题之所在,是解决相对论时空观问题的法宝之一。这正如洛伦兹(荷兰,1853~1928)评价爱因斯坦独特的研究方法:“爱因斯坦把方法倒了过来,他不是从已知的方程组出发去证明协变性是存在的,而是把协变性应当存在这一点作为假设提出来,并且用它演绎出方程组

分内容的呈现,完善教材中的实验设计,充分展现实验教学在物理教学中的基础性地位。通过实验的独特魅力,让学生感受到物理学习的趣味性的同时,了解到物理本身的科学性。

参考文献

- 1 李雪莹,高嵩.人教版教材与美国《物理原理与问题》教材的比较研究——以“自由落体运动”一节为例.物理通报,2017(05):127~129
- 2 祁映宏.中美2套高中物理教材学生实验的比较与研究.物理实验,2006(11):24~27
- 3 陈娴,梁玲,梁寒冰.从改革后的新教材看美国中学物理实验教学的主要特点及发展趋势.课程·教材·教法,2007(04):92~96
- 4 李兰.中美高中物理教材实验部分设置的比较研究:[硕士学位论文].长沙:湖南师范大学,2013
- 5 戚静芳.中美高中物理教材中物理实验的比较研究:[硕士学位论文].武汉:华中师范大学,2013
- 6 孟芳,郑修林,刘春兰.人教版与沪科版两种高中物理教材比较浅析——以“万有引力与航天”的内容为例.硅谷,2009(22):155

应有的形式”^[5],所带给我们巧妙的解题启示。

参考文献

- 1 教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会.高等学校物理学本科指导性专业规范.北京:高等教育出版社,2011.7~10
- 2 包景东.格物致理——批判性科学思维.北京:科学出版社,2014
- 3 包景东.在大学物理教学中引入批判性思维.大学物理,2015,34(7):1~5
- 4 程守洙,江之永.普通物理学.北京:高等教育出版社,2006
- 5 许良英,等.爱因斯坦文集.北京:商务印书馆,1977