



基于科学素养的高中物理教学设计研究

卢茸茸

(华中师范大学物理学院 湖北 武汉 430079)

(收稿日期:2017-04-06)

摘要:《教育发展纲要》与《课程标准》中的课程理念提出“注重全体学生的科学素养”,基于科学素养的高中物理教学设计应具有创设问题情境、引导学生探究、与信息技术整合、以科学探究为中心这几个方面特色,并以“自由落体运动”一节作为实例展开说明.

关键词:科学素养 高中物理 教学设计

1 引言

为深入推动《科学素质纲要》^[1]实施,及时跟踪检查全国“十二五”公民科学素质目标完成,中国科协于2015年3—8月进行了第九次中国公民科学素质抽样调查^[2]. 调查报告显示,2015年我国具备科学素质的公民比例达到了6.2%,与2010年相比有大幅提升,超额完成了“十二五”所设置的5%的目标任务. 但与此同时我们也应认识到与发达国家的差距,2001年美国具备科学素质的公民比例就已达到17%.

“人无常心,习以成性;国无常俗,教则移风.”教育是国之根本,通过教育手段来提高国民素质,尤其是提高国民的科学素养显得尤为重要^[3].《国家中长期教育改革和发展纲要》中提出全面提高普通高中学生综合素质,其中包括学生的科学素养;《普通高中物理课程标准》^[4](实验版)提出,高中物理是与义务教育相衔接,以进一步提高学生科学素养为主旨的基础课程,且课程理念的第一条就提出“在课程目标上注重全体学生的科学素养”;此外,在大陆、香港的课程理念核心词中均出现“科学素养”一词^[5],如表1所示;《2017年普通高等学校招生全国统一考试说明》^[6](物理)中也明确表明高考试题着重考察学生的科学素养,由此可见培养和高中学生的科学素养作为贯穿物理教育的核心目标,是我国正在推行的新课程改革的必然要求.

表1 大陆、香港课程理念核心词对比表

地区	核心词(正文)	核心词(阐释中)
大陆	全体学生,科学素养,基础,课程选择性,时代性,自主学习,教学方式多样化,学生发展	终身发展,知识与技能,过程与方法,情感态度与价值观,共同基础,职业需求,个性
香港	全人发展,终身学习,知识基础	科学素养,基本科学知识,STSE,尽责的公民,学会学习

教师的教学不仅是课程执行的过程,更是课程再次创造与开发的过程^[7],而教学设计是教师教学备课的充分体现,教师想要在教学中灵活自如地体现科学方法、科学能力,就要在备课过程中足够理解科学素养的内涵,以及知道如何将科学素养融入到教学设计中,以期最终实现教学效果的最佳化,使学生的科学素养在日常教学活动中不断提高.

2 “科学素养”与“物理科学素养”

首次使用“科学素养”一词的是美国化学家、教育家柯南特,他于1952年出版的《科学中的普通教育》一书最早正式使用科学素养一词,从普通教育的层面对科学素养进行定位,但对其含义与内容并未做进一步的阐述^[8]. 20世纪80年代,科学素养开始作为科学目标,这一时期,对科学素养研究最为著名的是芝加哥科学院米勒教授,他于1983年提出了科学素养的多维定义,指出科学素养包含:对科学术语和概念的基本了解;对科学研究过程和方法的基

本了解;对科学对社会的影响的基本了解,并以此为基础建立测量科学素养的科学知识、科学本质、科学态度三维模型.我国 PISA2015 科学素养调查以及 2016 年深圳龙岗区义务教育阶段学生 PLSA 测试框架均是基于此模型.

国内对科学素养的研究是以我国素质教育的提出为契机的,中国政府于 2006 年颁布的《全民科学素质行动计划纲要》^[1]指出:“公民具备基本科学素养一般指了解必要的科学知识,掌握基本的科学方法,树立科学思想,崇尚科学精神,并具有一定应用它们处理实际问题、参与公共事务的能力.”学术界认定科学素养包含六大要素,分别是科学知识、科学方法、科学能力、科学情感态度价值观、科学精神、科学技术与社会^[8]等,整体上与我国课程标准中的三维目标,即知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观相一致.

现代科学素养有其新的侧重点与要求,更加重视科学、技术与社会的密切联系,更加注重对学生科学兴趣、科学意识的培养.可以说,科学素养是一个综合体,每个要素之间是紧密联系的,相互促进、相互影响的,这就要求教师在教学活动中,不能从单一的要素入手进行培养,而是各个维度一起培养,对学生的相对薄弱环节着重培养^[9].

物理学作为理科中与社会生活、科学技术联系最为紧密的学科,物理科学素养也具有自己的独特性.物理学的知识是由物理学领域的现象、事实、定律、理论等构成的知识体系.其次,物理学科知识的产生经过一系列过程,并不是一蹴而就能够得到的,是需要不断扩充、推翻、更新、取代.最后,物理学科也有其特定的物理语言,每个字母公式都具有其特定的含义,如 E 表示电场强度, $F = ma$ 表示牛顿第二定律的内容等.

3 基于科学素养的教学设计

教学设计是教师备课的充分体现,更是教学活动顺利展开的重要保证.教学设计作为课程实施的重要途径,想要更好地体现物理科学素养的内涵,则需要以课程标准为依据,与考试大纲的要求相呼应,以培养和提高科学素养为宗旨,做到以上 3 个基本

要求,一个基于科学素养的教学设计才算是达标.

需要清楚的一点是,教师在进行教学设计时,不能期望每节课的教学设计都体现出物理科学素养所包含的 6 个要素,应“因课而异”.以理论性知识和物理实验为例,教学设计的侧重点就应有所不同.对于理论性知识的教学设计,更多的应着重设计如何使学生掌握科学知识以及在生产生活中的应用,在“科学知识、科学精神、科学技术与社会”等维度设计教学活动;而对于物理实验的教学设计,则更注重在学生对实验原理的理解、实验的科学探究过程的设计,应多在“科学方法、科学能力”等维度“下功夫”.

相比于初中物理,高中物理是螺旋上升的,无论是知识的深度还是广度都有所加大,对知识的应用能力也进一步提高,因此一份优秀的基于科学素养的高中物理教学设计,应具有以下几个特色.

3.1 创设问题情境 引导学生探究

问题情境的设置可以是生活体验、生活中的实际现象、趣味性实验、认知冲突、物理学史的叙述等等.构建良好的探究情境,是提高学生科学兴趣的最佳途径,也是科学知识与社会相联系最好的途径.比如“行星的运动”一节,以我国伟大诗人屈原的词《天问》作为导入,在颂扬我国传统诗词文化的同时,激发学生探究宇宙奥秘的兴趣.

3.2 与信息技术相整合 体验科技之新

信息技术与课程整合是新课程改革一大亮点,在教学设计中,利用信息技术所提供的自主探索、多重交互、合作学习、资源共享等学习环境,使学生的实践能力与创新思维得到有效锻炼与提高.实验教学中的仿真实验室以及 DISLAB 实验平台都是很好的教学体验.例如“牛顿第三定律”一节,传统的利用弹簧测力计进行实验探究局限性较大,但教师若在实验环节利用 DISLAB 实验软件进行现场演示或学生亲自实验,则教学效果大大不同,无论物体处于静止状态还是运动状态,学生不仅能够清楚地看到作用力与反作用力的大小、方向关系,还可以对其进行验证.

3.3 以科学探究为中心

中国课程理念核心词中出现频率最多的是“科学探究”一词,如图 1 所示.

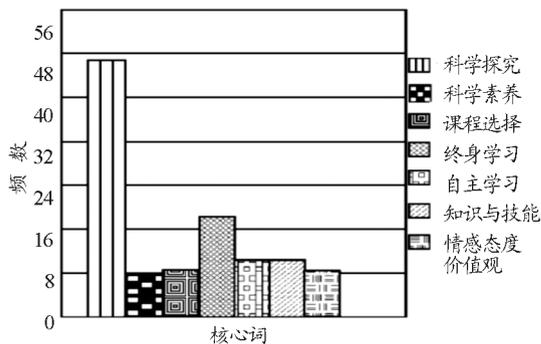


图1 中国课程理念核心词频数分析

“以科学探究为中心”的高中物理教学设计是指学生在教师剖析三维目标的前提下,从教材或生活中选择确定研究课题,以学术或科学研究的方法,自主发现问题,调查研究所需要的相关信息并进行处理,制定实验方案并实施、讨论与交流等探究活动,从而养成科学素养的一种学习活动^[7]。物理学科是一门理论性与实践性都很强的学科,所以高中物理教学也具有很强的实践性。教学中,教师应鼓励学生大胆参与科学探究,树立批判精神,敢于质疑,同时学生也从整体上对物理学知识与方法得以全面的了解,也就是说,通过“科学探究”这条主线,将新课程的三维目标联系起来,相互促进,相互融合,最终实现提高学生的科学素养的目的。

例如在“超重与失重”一节,理解超重与失重的实质是学生的困难所在,教师可以尝试利用科学探究的思想来为学生解除迷惑。在观看完“升降电梯中的体重计实验”视频后,教师提问:在电梯升降过程中,体重计的示数大小有何变化?并探究其原因。教师引导学生就电梯上升、下降过程对人进行受力和运动分析,结合牛顿运动定律尝试解决问题,学生提出假设并经过动力学分析后进行验证,进而得到结论。

4 基于科学素养的教学设计案例

“自由落体运动”是人教版高中《物理·必修1》第二章第5节的内容。本节旨在破除学生错误前概念(重的物体下落快),让学生正确认识影响物体下落快慢的原因,进而引出自由落体运动这个理想模型,并利用打点计时器或频闪照相机探究自由落体运动的运动规律,也为必修2学习平抛运动打下坚实的基础,所以本节课内容在整个高中物理知识体

系中,起到承上启下的作用。

本节课将采用“演示—引导—探究”式教学策略,希望通过本节课的学习,学生不仅掌握基本科学知识,也能够掌握伽利略的科学研究方法,进一步提高学生的科学素养。

4.1 教学目标

(1) 知识与技能

- 1) 理解自由落体运动的概念;
- 2) 知道自由落体运动的规律;
- 3) 自由落体运动规律的实际应用。

(2) 过程与方法

- 1) 培养学生利用物理语言归纳总结规律的能力;
- 2) 培养学生的实验设计和动手能力;
- 3) 引导学生学会分析数据,归纳总结自由落体的加速度随纬度变化的规律。

(3) 情感态度与价值观

- 1) 调动学生积极参与讨论的兴趣,培养逻辑思维及语言描述能力;
- 2) 让学生领悟突出主要因素,忽略次要因素哲学思想;
- 3) 通过实验探究过程,培养学生实事求是的科学态度;
- 4) 体会物理学发展过程,领悟严谨的科学态度与坚持不懈的探究精神。

4.2 教学重难点

- (1) 实验探究自由落体运动的过程及自由落体运动的概念。
- (2) 物体下落快慢与物体质量无关,得出真正影响自由落体运动的因素。
- (3) 自由落体运动规律的灵活应用。

4.3 教学资源

多媒体(设备),黑板,牛顿管,纸片,硬币等实验仪器。

4.4 教学过程

(1) 创设情境,引出问题

从生活中的下落现象,如,苹果下落、蹦极等,引入新课。使用PPT播放运动员跳水和羽毛下落视频,如图2所示。

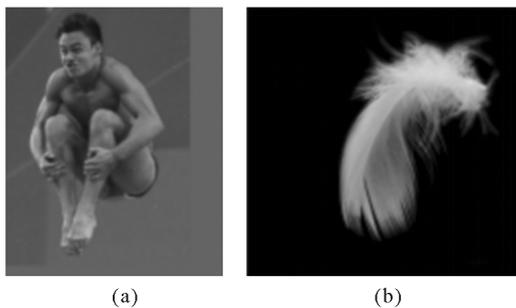


图2 运动员跳水和羽毛下落视频截图

提问:为什么运动员下落更快?下落快慢是否和质量有关?

学生回答:运动员更重.

(2) 科学探究 1:落体运动与质量是否有关?

1) 演示实验

实验 1:将硬币与纸片,从同一高度同时释放(重的快).

实验 2:将小纸团与大纸片,从同一高度同时释放(轻的快).

实验 3:将小纸团与大纸团,从同一高度同时释放(轻重一样快).

让学生总结 3 次实验的结果.

2) 提疑

提问:下落的快慢与质量有关么?

学生回答:无关.

总结归纳、得出结论 —— 下落快慢与质量无关.

提问:下落快慢与何种因素有关呢?

(3) 科学探究 2:物体下落快慢与哪些因素有关?

引导并提问:在纸片揉成纸团后,它的质量没有发生变化,发生变化的只有纸的形状,也就是与空气的接触面积,如图 3 所示.请同学们猜猜影响物体下落快慢的因素是什么?

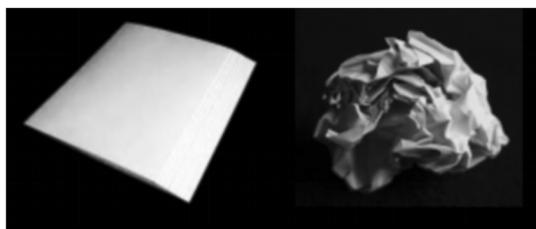


图3 同时下落的纸片和纸团

学生回答:空气阻力.

得出结论 —— 下落快慢与空气阻力有关.

(4) 科学探究 3:空气阻力对物体下落快慢的影响?

首先,介绍实验仪器 —— 牛顿管(演示实验).

演示牛顿管在充满空气和抽出部分空气时,羽毛与铁片的下落情况.学生观察实验现象.

提问:随着空气阻力减小,两物体下落时间差有何变化?

学生回答:变小.

猜想:随着管内空气减少,两物体下落时间差减小.若管内真空,两物体是否还会存在时间差?

学生回答:不会.

进行推论 —— 忽略空气阻力的时候,轻重不同物体,下落快慢相同.

接下来播放 NASA 真空实验室视频,验证推论(PPT).

得出结论 —— 忽略空气阻力的时候,轻重不同物体,下落快慢相同.

(5) 引导分析,得出定义

1) 分析真空实验室中物体运动和力的情况,引出定义

提问:真空实验室中物体初速度特点?

学生回答:为零.

提问:真空实验室中物体受力情况?

学生回答:受重力.

介绍定义:自由落体运动 —— 只在重力作用下由静止开始的下落运动.

2) 举例

3) 强调条件 —— 只受重力和初速度为零.

(6) 科学探究 4:自由落体运动的性质?

提问:自由落体运动是一种什么样的运动?

学生回答:应该不是匀速直线运动,有可能是匀变速直线运动.

提问:若是匀变速运动,怎样去验证?

学生回答:验证在物体下落过程中连续相等时间内位移的差值,如果相等,就是匀变速直线运动.

提问:

1) 根据你的猜想,小组合作设计实验并验证结论的正确与否?

2) 讨论在所设计的实验中需注意的问题有哪些?

学生活动

1) 自行阅读课本第44页的实验.

2) 小组成员合作完成实验,得出自由落体运动的性质.

3) 小组讨论在该实验中怎样更好的减小阻力?为什么选取的重物质量要尽可能大,体积尽可能小?

4) 让两组的代表上台展示实验结果:在任何两段相邻时间内它们的位移之差都近似相等.

得出结论:自由落体运动是初速度为零的匀变速直线运动.

(6) 物理学史介绍

介绍伽利略挑战权威,通过数学推理和实验验证,得出自由落体运动规律,鼓励学生敢于质疑,敢于尝试.

本节课采用的是“创设情境—演示实验—科学探究—合作学习—总结规律”的教学思路,充分利用物理实验培养学生的动手动脑能力,通过自主学习与合作探究、交流,改变以往的学习方式,同时利用多媒体资源,很好地让学生体验到没有空气阻力时物体的下落快慢与质量无关这一抽象概念.

5 总结

通过对科学素养相关理论知识的综述,提出以创设问题情境,引导学生探究、课程与信息技术的整合、科学探究为中心这3点为主的培养学生科学素养的教学设计特色,并依此设计“自由落体运动”教学案例.培养学生的科学素养无疑是一个漫长的过程,但教师仍要坚持以培养学生的科学素养为宗旨设计教学,为学生的全面发展打下坚实的基础.

参考文献

- 1 国务院.全民科学素质行动计划纲要(2006—2020)
- 2 中国科协普及部.第九次中国公民科学素质抽样调查报告.调查与研究,2015
- 3 惠轩.强化科学本质教育的高中物理实验教学设计与实践:[硕士学位论文].呼和浩特:内蒙古师范大学,2016
- 4 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
- 5 张恩德,程朝霞.美国加州、香港和大陆高中物理课程理念比较.物理通报,2010(4):8~10
- 6 中华人民共和国教育部.2017年普通高等学校招生全国统一考试说明(物理).北京:人民教育出版社
- 7 任翔宇.基于科学素养的高中化学教学设计研究:[硕士学位论文].开封:河南大学,2009
- 8 魏冰.“科学素养”探析.比较教育研究,2004
- 9 杜蕊.高中生科学素养和物理科学素养的调查研究:[硕士学位论文].贵阳:贵州师范大学,2014
- 10 孙慧娟.物理实验教学提升高中生物理科学素养的研究:[硕士学位论文].银川:宁夏大学,2016
- 11 叶禹卿.科学新课程与科学素质培养.北京:中国纺织工业出版社,2002
- 12 郭元婕.“科学素养”之概念辨析.比较教育研究,2004
- 13 曹璐璐.基于科学方法教育的中学物理教学设计研究:[硕士学位论文].长春:东北师范大学,2013
- 14 李桂萍.基于科学素养的高一生物教学设计研究:[硕士学位论文].呼和浩特:内蒙古师范大学,2012
- 15 陶丽娟.高中物理探究式教学设计的研究:[硕士学位论文].西安:陕西师范大学,2010
- 16 郭继成,林海河.科学探究在高中物理教学中的尝试.内蒙古师范大学学报(教育科学版),2009

Design Research on High School Physics Teaching Based on Science Literacy

Lu Rongrong

(Department of Physics, Central China Normal University, Wuhan, Hubei 430079)

Abstract: The National Medium and Long-term Educational Reform and Development Plan and Curriculum Standard put forward a course principle, pay attention to the scientific literacy of all students. Science literacy oriented design of high school physics teaching should have three characteristics of creating situations and guiding students to explore, integrating instructional design and information technology, focusing on scientific inquiry, foreexample in high school physics "Free-Fall Motion".

Key words: scientific literacy; high school physics; instructional design