

# 基于科学方法教育的物理教学设计

——以“牛顿第一定律”为例

王 赛

(曲阜师范大学附属中小学 山东 济宁 273165)

(收稿日期:2015-08-31)

**摘要:**本文以“牛顿第一定律”教学设计为例,合理利用“问题串”教学,设计了基于科学方法教育的教学目标、活动评价、教与学的活动.在教学过程中有效渗透了科学方法教育,以此引导学生的学习,提高学生的科学素养,取得一定成效.

**关键词:**科学方法教育 课程标准 牛顿第一定律 教学设计

## 1 教学任务分析

### 1.1 牛顿第一定律在物理学中的地位

牛顿第一定律是在实验基础上总结出来的.它揭示了力是改变物体运动状态的原因,破除了近两千年来亚里士多德关于力的作用在于维持物体运动的错误观点,改变了人类的自然观和世界观,为进一步探究力和运动之间的定量关系指明了方向,导致

整个过程,环环相扣,趣味性强.以知识为载体,注重概念和规律的建立过程,注意方法的隐性渗透与适度点拨.“实验—归纳—演绎”方法论的简介使得课堂教学更显厚重,课堂维度完整,突出了新课程的三维目标.整个过程,流畅自然,由内而外,自然呈现.

以上所举的案例是以教材中的一节知识体系为核心进行深度开发,结合系列化的自制教具进行的微观操作.在微观的操作过程中,又体现了较为宏观的视野.以知识体系为核心的系列化自制教具及实验开发,就是围绕中学阶段物理教学的知识为切入点,以自制教具和实验开发为主线,从教学活动展开,构建整个学科知识体系.

以知识体系为核心的系列化自制教具及实验开发,存在不同的视角,例如本文所举案例是根据一节内容进行教具系列化、还可以根据一章内容进行教具系列化或以某一板块内容为核心的教具系列化,如图13所示的多功能光学演示器就可以用于整个

了牛顿第二定律的得出,并使牛顿以新的视角看待引力,进而令人信服地表明,天上和地上服从同样的力学规律.与此同时,牛顿第一定律本身还包含着力、惯性和参考系这些概念,因此,牛顿第一定律被称为牛顿物理学的基石,也被称为力学的第一原理.

### 1.2 高中物理课程标准的要求

课程标准<sup>[1]</sup>中要求“理解牛顿运动定律,用牛顿运动定律解释生活中的有关问题”.在本内容标准

光学教学.

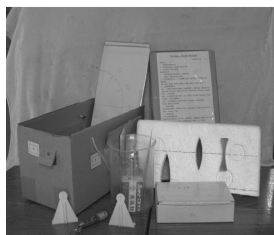


图13 自制的多功能光学演示器

自制教具系列化及实验开发,通过这一路径,有利于提升教师的专业素养,有利于提高教师对教材的理解和加工能力,提高开发资源能力,整合教材与各种资源的能力.自制教具系列化及实验开发,也有利于激发学生的兴趣,培养动手能力,活跃并提高学生的思维能力.可以说自制教具系列化及实验开发是提升学生科学素养的一条重要路径.

总之,以知识体系为核心的自制教具系列化及实验开发具有广阔的天地,有待于进一步研究和讨论.

条目中要求学生理解牛顿运动定律,包含了对牛顿第一、二、三定律的理解,而牛顿第一定律是基础.与《全日制义务教育物理课程标准(实验)》(2.2.5 通过实验,认识牛顿第一定律,能用物体的惯性解释生活和自然中的有关现象)中的要求比较可知,高中的要求显然提高了.

### 1.3 教材体系与内容安排

从人民教育出版社的教材<sup>[2]</sup>看:牛顿第一定律的前面安排的“运动的描述”、“匀变速直线运动的研究”、“相互作用”3章内容,为本节内容的学习奠定了基础;本节内容后面紧跟着安排了“实验:探究加速度与力、质量的关系”,有利于学生加深对牛顿第一定律是物理学理论的基石的理解.因此,牛顿第一定律是力学教学的重点内容.

## 2 学生情况分析

在初中阶段的学习中,学生虽然除了“惯性与质量”这一问题没有专门学习外,关于本节其他的知识都有了大致的了解.但是他们只知道亚里士多德的观点是错的;只知道伽利略做了个理想实验就得出牛顿第一定律;练得最多的是通过惯性程式化地解答相关的实际问题.同时,经过初中阶段的学习与日常生活经验的积累,学生头脑中,也形成了一些错误的前概念,例如,“物体受到了惯性作用”、“产生了惯性”、“受到惯性力”.高中阶段的学习,首先应该在已有认识的基础上,纠正一些片面、不恰当的认识,进一步深化和提高对相关问题的认识<sup>[3]</sup>.

因此,正确形成惯性概念是教学的难点.

## 3 教学目标

- (1) 了解牛顿第一定律建立的历史过程.
- (2) 知道伽利略关于力与运动的关系的观点.
- (3) 理解牛顿第一定律(惯性定律)与惯性.
- (4) 能举例说明质量是物体惯性大小的量度.
- (5) 经历研究力与运动关系的过程,学习理想实验法、控制变量法、观察实验与思维相结合的方法,提升猜想与假设、分析论证等能力.
- (6) 在学习发现牛顿第一定律的历史过程中,学习伽利略、牛顿等科学家的创造性思维品质和不

畏权威、敢于质疑、坚持真理的科学精神.

## 4 教学器材

多媒体课件、木块、小车、斜面、木板、毛巾、棉布、气垫导轨、光电门、弹簧、钩码、惯性演示仪(演示气体、液体、固体具有惯性)等.

## 5 评价活动设计<sup>[4]</sup>

依据评价活动设计先于教学活动设计的教学理念,设计了如下评价活动.

(1) 通过问题1至3,任务1与任务2检测教学目标1的达成.

(2) 通过任务1与任务2,问题3检测教学目标2的达成.

(3) 通过“三、建立牛顿第一定律并讨论”,问题4至7,作业1检测教学目标3的达成.

(4) 通过问题5和7检测教学目标4的达成.

(5) 通过问题1至5,任务1与任务2检测教学目标5的达成.

(6) 通过问题1至3,任务1与任务2,作业2检测教学目标6的达成.

## 6 教与学的活动设计

### 6.1 利用生活与实验现象 创设情境 导入新课

列举生活中常见的实例:用力推箱子,箱子运动,停止用力,箱子不再运动;锤子砸钉子,用力砸,钉子下陷,不再用力,钉子停止下陷<sup>[5]</sup>.

然后让学生针对这些生活现象分组讨论,并利用小木块、小车等器材做演示实验,就“力与运动的关系”发表自己的见解,提出猜想.

**问题1:**在讲台上放一个小木块,使它处于静止状态.施加适当推力使小木块从静止状态开始运动,停止施力,小木块从运动状态停下来.在小木块整个运动过程中,观察推力起到了什么作用?

通过对实验的观察发现:给小木块施加适当推力能够使其运动起来,停止施力小木块又处于静止状态,你能够猜想:力与运动的关系是什么?小木块的运动遵循什么规律?

学生可能回答:要用力去推小木块,就能使其运

动起来.所以物体运动时需要力来维持,有力作用在物体上,物体就会运动,没有力作用时,物体就停止运动.

教师总结:同学们的观点与两千多年前亚里士多德的观点是一致的,并且这个观点在科学界持续了2 000多年.

直到16世纪,意大利数学家、物理学家、天文学家伽利略(Galileo Galilei,1564~1642),根据观察到的其他现象,不畏权威,大胆质疑,并进行了认真的研究.

**问题2:**将小木块换成小车,对小车施加推力后马上撤去推力,小车没有立即停止,但是小车最终还是停了下来,在小车整个运动过程中,观察推力起到了什么作用?与问题1中的现象有什么不同?

通过对实验的观察发现在撤去推力后小车仍然可以继续运动一段时间,但是最终又停了下来.你能猜想:力与运动是什么关系?小车的运动遵循什么规律?

学生可能回答:物体的运动并不需要力来维持,小车最终停下来是因为在运动过程中受到摩擦力的缘故.教师进行总结并对学生的回答予以肯定.引导学生猜想:物体在运动过程中到底需不需要力来维持呢,可能遵循什么规律呢?

以观察到的现象为基础提出猜想:物体在运动过程中,可能不需要力来维持.如果物体不受力的话,可能一直做匀速直线运动.

**设计意图:**通过联系生活现象创设情境,在激发学生兴趣的同时,让学生提出猜想,为实现教学目标1与5做铺垫.

## 6.2 运用理想实验 探索规律

提出问题:如何证明我们的猜想是否正确?

**任务1:**引导学生运用控制变量法设计出探究方案.在小组讨论交流的基础上,完善实验方案.



图1 实验器材

实验探究方案:让一辆小车从同一斜面的同一高度处由静止下滑,分别在毛巾、棉布、木板表面上运动,观察小车的运动情况,所用器材如图1所示.将实验现象填在表1内.

表1 实验记录表格

接触面	摩擦力(填“大”“较小”或“最小”)	运动的距离(填“短”“较长”或“最长”)
毛巾		
棉布		
木板		

通过实验结果的分析,得出初步的实验结论:小车在水平面上运动,受到的摩擦力越小,运动的距离就越长.

试分析:如果小车受到的摩擦力减小为零,它将怎样运动呢?

引导学生进行想象,并分组讨论,教师指导,补充完善.

**结论:**小车受到的摩擦力减小为零时,小车将一直运动下去,不会停下来,即力不是维持物体运动的原因.

教师讲授:当年伽利略就是利用类似的方法对力与运动的关系进行了探索,得出了力与运动的关系.

**任务2:**讲授理想实验,重现伽利略的科学思维过程

伽利略也认为运动的小车会在光滑水平面上一直运动下去,但实际生活中既没有完全光滑的水平面,也不可能将水平面做的无限长,于是,伽利略便通过理想实验验证了他的观点.

课件展示:

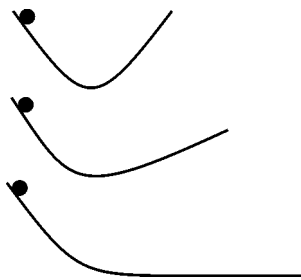


图2 伽利略理想实验

如图2所示,伽利略将两个斜面对接起来,使小球从一个斜面上由静止释放,先用事实实验验证了

小球必将滚上另一侧斜面,且轨道越光滑,小球就会越接近释放高度.接着,伽利略假想轨道完全光滑,则小球一定会上升到另一侧等高处.若减小另一侧斜面的倾角,小球仍然要上升到同样高度,所以会滚动得更远.将另一侧斜面倾角减小到零,即轨道水平时,小球还企图上升到相同的高度,它就一直运动下去.

**讲授:**在这个研究过程中,伽利略创造性地提出和应用了理想实验这种理想化方法.伽利略理想斜面实验是不能在现实中实现的实验,但是它反映了一种物理思想,并不是凭空臆想,而是建立在可靠的事实基础之上的,以事实为依据,以科学抽象为方法,抓住主要因素,忽略次要因素,从而深刻地揭示了自然规律,这就是理想实验的魅力.

**结论:**物体的运动不需要力来维持.

**问题 3:**演示气垫导轨上的滑块运动

因为绝对没有摩擦的情况不存在,因此,伽利略以客观实验为基础提出与应用的理想实验无法实现.

现代技术为我们提供了阻力很小的设备(简要介绍气垫导轨的原理).

如图3所示,使滑块悬浮在水平的气垫导轨上面,滑块与导轨间的摩擦变得很小,然后推一下滑块,让学生观察滑块的运动是否是匀速直线运动.

**试分析:**如何验证滑块做匀速直线运动?



图3 气垫导轨上的滑块运动

滑块是否做匀速直线运动,可以通过两个光电门记录滑块在运动过程中经过光电门的时间进行验证,如果是匀速运动,经过光电门的时间相等.

**结论:**通过观察滑块经过两个光电门的时间,在误差允许范围内近似相等.说明一旦物体具有某一速度,如果不受阻力,将保持这一速度匀速直线地运动下去.

**总结:**通过对任务1和2与问题3的分析我们得到这样的结论:力不是维持物体运动的原因,而是改

变物体速度的原因.这就是伽利略的观点.

与伽利略同时代的法国科学家笛卡儿补充和完善了伽利略的观点,明确指出:除非物体受到力的作用,物体将永远保持其静止或运动状态,永远不会使自己沿曲线运动,而是保持在直线上运动.

**设计意图:**通过问题1至3,任务1和2的学习让学生经历牛顿第一定律的探究过程,落实教学目标1,有利于对牛顿第一定律的理解.通过任务1和2与问题3,实现教学目标2,并为落实教学目标3打下基础.完成教学目标5,落实教学目标6.

### 6.3 建立牛顿第一定律

英国科学家牛顿在伽利略、笛卡儿等前辈科学家研究的基础上,总结成动力学的一条基本定律,就是牛顿第一定律(Newton first law).牛顿第一定律又叫做惯性定律(law of inertia).

(1) 内容:一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态,除非作用在它上面的力迫使它改变这种状态.

(2) 意义

1) 牛顿第一定律揭示了一切物体都具有保持原来的匀速直线运动状态或静止状态的性质——惯性(inertia).

2) 牛顿第一定律正确揭示了力和运动的关系,纠正了力是维持物体运动的原因的错误观点,明确指出了力是改变物体运动状态的原因.

(3) 运动状态变化的3种情况

- 1) 速度的方向不变,只有大小改变;
- 2) 速度的大小不变,只有方向改变;
- 3) 速度的大小和方向同时发生改变.

**设计意图:**在对前3个问题与任务1和2探究的基础上,让学生深刻理解牛顿第一定律.为实现教学目标3打下基础.

### 6.4 惯性以及对惯性的理解

(1) 惯性与质量

演示固体有惯性的实验;播放客车启动与停止时乘客身体后仰、前倾的视频.

**问题 4:**试分析为什么会出现以上现象?你还能举出哪些关于惯性的实例,有液体与气体的实例吗?

学生回答问题.

教师演示:将盛满水的烧杯放在小车上.首先,

让小车由静止突然启动,这时会看到烧杯中的水向车的后方泼了出去,如图4所示,表明水静止时有惯性;然后,让正在运动的小车突然停止,这时会看到烧杯中的水又向车子前方泼了出去,如图5所示,表明水在运动时有惯性.

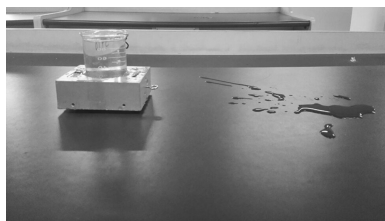


图4 由静止加速向左运动



图5 向左运动时突然停止

讨论总结:实验说明液体具有惯性.

教师演示:改造后的茶叶桶,封上橡皮膜,如图6所示,让小孔端对着燃烧的烛焰,手拍橡皮膜,发现烛焰被吹歪,吹灭.



图6 自制气体惯性演示仪

讨论总结:实验说明气体具有惯性.

结论:惯性是物体的固有属性,即一切物体都有惯性.

问题5:如图7所示,不同质量的小汽车在同一个压缩弹簧的弹力下运动,获得的速度却不同.

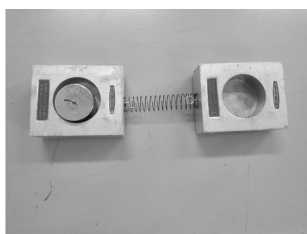


图7 惯性与质量

通过观察演示实验试分析:物体的惯性大小跟哪些因素有关系?

结论:质量(mass)是物体惯性大小的量度.

设计意图:通过问题4和5,让学生经历探究过程,在初中学习的基础上,进一步认识惯性.实现教学目标3,4,5.

### (2) 对惯性的理解

引导学生结合生活实例讨论、总结出如下结论,加深对惯性的理解.

#### 1) 惯性与质量

① 惯性是物体的固有属性,一切物体都具有惯性.

② 质量是物体惯性大小的惟一量度,质量越大,惯性越大.

#### 2) 惯性与力

① 惯性不是力,而是物体本身固有的一种性质,因此说“物体受到了惯性作用”、“产生了惯性”、“受到惯性力”等都是错误的.

② 力是改变物体运动状态的原因,惯性是维持物体运动状态的原因.力越大,运动状态越易改变;惯性越大,运动状态越难改变.

#### ③ 惯性与物体的受力情况无关.

#### 3) 惯性与速度

① 速度是表示物体运动快慢的物理量,惯性是物体本身固有的性质.

② 一切物体都有惯性,和物体是否有速度及速度的大小均无关.

#### 4) 惯性与惯性定律

① 惯性不是惯性定律,惯性是物体的一种固有属性.

② 惯性定律反映的是物体不受外力作用时,物体所遵守的一条运动规律.

设计意图:结合学生生活中的现象进行讨论,得出由惯性导出的一些结论,可以加深对惯性这一概念的理解.

### 6.5 当堂练习 深化理解

(1) 运用规律解决问题,加深对牛顿第一定律的理解

问题6:关于牛顿第一定律的理解正确的是

A. 牛顿第一定律反映了物体不受外力作用时的运动规律

B. 在水平地面上滑动的箱子最终停下来,是因为没有外力维持箱子运动的结果

C. 不受外力作用时,物体的运动状态可能变化

D. 奔跑的小朋友,由于遇到障碍而被绊倒,这是因为受到外力作用迫使他改变原来的运动状态

**设计意图:**练习是在具体的情境中应用定律解决问题.在前面学习讨论的基础上,引导学生在具体生活情境中,分析问题,使学生从解决问题的过程中领会牛顿第一定律,进一步巩固教学目标 3.

(2) 对惯性的理解及应用

**问题 7:**歼击机在进入战斗状态时,要丢掉副油箱,这样做的目的是

A. 减小惯性,使运动状态易于改变

B. 增大速度,有利于运动状态的改变

C. 增大加速度,使运动状态不易改变

D. 减小重力,使运动状态保持稳定

**设计意图:**在具体情境中解决问题,进一步加深对惯性的理解,检测教学目标 3 和 4 的达成情况.

## 6.6 课堂小结 梳理收获

引导学生总结学习的牛顿第一定律、惯性等知识;理想实验、控制变量法、观察实验与思维推理相结合等方法;科学家的创造性思维品质,不畏权威、敢于质疑、坚持真理的科学精神.

**设计意图:**通过全面总结,掌握学生的学习情况,了解目标的达成情况,及时进行教学反思.

## 6.7 布置作业

(1) 课本 70 至 71 页“问题与练习”中 1~3 题.

(2) 感兴趣的同学阅读课本 70 页“惯性参考系”,并查阅相关资料,拓展知识面,完成课本 71 页“问题与练习”中第 4 题.

## 7 板书设计

板书设计如表 2 所示.

表 2 板书设计

§ 4.1 牛顿第一定律				
副 板 书	一、牛顿第一定律 1. 内容…… 2. 意义:……	二、 惯性 与质量	理想实验 控制变量法 观察实验与思维结合	副 板 书

## 参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 物理课程标准(2003年版). 北京:北京师范大学出版社,2012
- 2 张大昌. 普通高中课程标准实验教科书 物理·必修1. 北京:人民教育出版社,2015. 68~71
- 3 周誉蔼. 普通高中课程标准实验教科书 物理·必修1 教师教学用书. 北京:人民教育出版社,2015. 121~125
- 4 管延芝,李新乡. 基于问题串的“弹力”教学设计. 物理通报,2015(8):74~77
- 5 李新乡,张军朋. 物理教学论(第2版). 北京:科学出版社,2009. 177~181,241~253

# Physics Teaching Design Based on Scientific Method Education

—Take “Newton First Law” as an example

Wang sai

(The School Attached to Qufu Normal University, Jining, Shandong 273165)

**Abstract:** The education of scientific method has important significance for physics teaching. In this paper, “Newton first law” teaching design is taken as an example. In teaching, “question string” is used rationally. Teaching aim, evaluation activity, teaching and learning activities are designed originate based on the education of scientific method. In physics teaching, the education of scientific method effectively penetrate in order to lead students to learn, to improve students’ scientific literacy.

**Key word:** scientific method education; course standard; newton first law; teaching design