



# 向心力表达式用什么实验设置演示更恰当

李德林 韩 鹏

(山东省寿光中学 山东 潍坊 262704)

(收稿日期:2020-10-07)

**摘要:**2017年教育部颁布新课程标准,2019年开始使用新版普通高中教科书,人教版物理必修2教材“向心力”一节的实验设置,由“用圆锥摆粗略验证向心力表达式”改成了“用向心力演示器探究向心力大小的表达式”,教材的这个改变值得商榷,比较两种器材的特点和新课标要求,圆锥摆实验更有利于培养学生的物理学科素养,更符合新课标的编写理念.

**关键词:**圆锥摆 向心力演示器 优缺点

物理课本必修2“向心力”一节验证向心力表达式的实验设置,人教版不同时期的版本选用了不同的器材,2004年开始使用的课程标准实验教科书,用的器材是圆锥摆.教材的编写顺序是先讲向心加速度,再讲向心力,由牛顿第二定律得到向心加速度与向心力的关系,设计了圆锥摆实验验证向心力表达式.2019年开始使用的普通高中教科书,实验器材换成了向心力演示器.教材的编写顺序改成了先讲向心力,设计了向心力演示器的实验探究向心力表达式,然后再讲向心加速度,由牛顿第二定律得到向心加速度的表达式,这样编排的优点是降低了向心加速度表达式的教学难度,弱化了向心加速度的理论分析,但是设计的实验探究案例值得商榷.

实验设置是物理课程的重要组成部分,历来受到人们的重视.物理实验是学生获取知识和能力培养的重要途径和方式,两个版本的教材设计了不同的实验方案,哪种实验设置更科学合理?更符合学生的认知规律?两种实验方案各有优点,也都有不足和需要改进的地方,综合比较,圆锥摆实验教学会更好,更符合新课标理念,也更有利于培养学生的创新能力和学科素养.

## 1 圆锥摆实验的优缺点

### 1.1 圆锥摆实验是通用器材

相比向心力演示器,圆锥摆实验器材简单廉价,是生活中熟悉的物品,很容易找到,减少了由于器材不足而难以开展实验的困难,特别是对于实验条件较差的学校,能确保实验的顺利开展.麦克斯韦说过,实验的教育价值与器材的复杂程度成反比,实验设计越简单、易于操作,越能够推进学生对规律的认识,建立现象与规律紧密的、水到渠成的联系.学生普遍感到物理知识难学,物理实验深奥难懂,物理实验器材也一定都是“高大上”,在实验中如果能用生活中熟悉的物品做实验,会拉近物理学与学生的距离,感受到物理学就在身边,使学生对物理学产生亲近感,消除神秘感.

新课标倡导课程内容上应注重与生产、社会生活相联系的理念,教材中引入圆锥摆实验也能体现这一理念.向心力演示器是专用器材,结构和原理比圆锥摆要复杂得多,学生需要花费较多的时间了解器材的原理,学会如何使用,影响实验探究的效果.我国著名物理教育家朱正元教授,在20世纪七八十

年代提出“坛坛罐罐当仪器,拼拼凑凑做实验”的教育思想,今天仍具有指导意义,仍是开发物理实验的基本原则之一。

### 1.2 圆锥摆更体现实验的科学性和开放性 体现学生核心素养培养

新课标提出物理教学的任务,从传授物理知识提升到培养学生的科学素养上来,特别强调物理实验的科学性、开放性,有效体现物理实验的育人功能。相比向心力演示器,圆锥摆实验更能体现这一原则,更有利于学生物理核心素养的培养。

(1) 物理观念方面,有利于学生形成向心力的概念。对向心力概念的理解是本节教学上的难点之一,通过圆锥摆实验,使学生认识到小球受到的细线拉力和重力的合力就是向心力,而不是凭空多出一个向心力,理解向心力是按照力的效果命名的,不是按照性质命名的力。

(2) 科学思维方面,圆锥摆是生活中学生熟悉的圆周运动,通过该实验初步构建圆锥摆这一重要的物理模型<sup>[1]</sup>,为以后利用这一模型打好基础,通过这一模型的分析 and 探究,使学生形成牛顿第二定律在圆周运动中应用的科学思维方法,使运动和相互作用观念,由直线运动深化到曲线运动中。

(3) 科学探究方面,实验方案的制定、实施和完善,比如如何求合力,如何求周期和半径,以及对实验结果的评估和误差分析,能充分体现科学探究的各要素、各环节,调动学生的发散思维能力和创新能力,使学生体会科学研究方法,养成科学思维习惯。

(4) 科学态度与责任方面,圆锥摆实验使学生认识到物理知识与生产、生活和社会紧密联系,生活中处处有物理,引导学生要学会透过生活中的现象分析出科学的本质。

### 1.3 圆锥摆实验的不足和改进

圆锥摆实验的明显缺点是小球不容易做圆周运动,并且半径衰减很快,不容易操作,导致实验误差较大,这大概也是新教材弃用的主要原因。但误差因素不影响这个实验在本节知识体系中的重要作用,本实验是粗略验证或探究,允许误差略大一些。笔者带领学生曾多次做过这个实验,只要操作规范,小球可以保持在稳定状态转动五六圈,误差能控制在合

理范围之内。任何物理实验都存在实验误差,判断一个实验设计案例的是否科学合理,误差只是一个因素,需要综合考虑。

本实验装置可以进一步改进和完善。教师们经过多年的教学过程中探索出了不少改进措施,近几年的物理教学杂志上也发表了一些关于本实验改进措施的文章,实验效果显著提高,比如改装成电动圆锥摆,用小电动机来驱动圆锥摆的运动<sup>[2]</sup>,就解决了小球不容易做圆周运动和半径衰减快的问题,实验的可操作性和准确性大大提高。教科书中也完全可以吸收部分易于操作的、适合通用的改进措施,使教材内容在改革中既保持连续性、科学性,又不断完善提高。

## 2 向心力演示器的优缺点

向心力演示器是现成的实验器材,优点是简单直观,拿来即用,容易操作,省去了学生自己设计原理、安装器材的过程,但是也有比较明显的不足。

### 2.1 只能定性分析不能定量验证

向心力演示器设计原理是用控制变量法探究向心力与质量、半径、角速度等物理量的关系,只能粗略定性研究向心力与各物理量的比例关系,无法定量研究。

### 2.2 学生核心素养培养受限

新教材的目的是设计成探究性实验,但向心力演示器是结构固定专用器材,专用器材不适合做探究性实验。实验器材结构、实验原理都已成型,只能按照器材设计好的固定的步骤去操作,留给学生自主探究的空间很小,缺少自主设计探究思路的过程,学生发散思维能力受限,创新能力受限,体现不出探究性实验的科学性、开放性原则,学生核心素养的培养达不到圆锥摆的实验效果。另外,从学生感性角度分析,向心力演示器是别人设计好了的,自己只是拿来用,不如用通用器材自己设计有成就感,若自己设计,学生会感到自己也能“发现”物理规律或验证物理规律,既培养了能力,也增强了学好物理的信心。

探究性实验适合于学生做分组实验,向心力演示器适合于教师做演示,不适合学生做分组实验。

(下转第134页)

强烈的求知欲,没有被虚妄的迷信蒙蔽双眼,我们才能离真相越来越近,自此也给后人开创了一个良好的开端.自然科学一直都是在否定中发展起来的,也正是因为这个否定,我们才逐渐踏出了一条通往真理的科学之路.

在核心素养背景下,物理学史正逐步融入到课堂中,新课标也明确要求教师应在课堂中呈现物理学的发展进程,这其中也包括古人不甚完美的理论.物理学就是一门永远在追求真理的学科,所以我们始终保持对真理的敬畏.不断发现教师在教的过程中所存在的问题,记录下来与同仁一齐探讨,并对该问题进行深入地剖析并找到解决办法,想必这也是教学反思的意义所在.经过各位教师不断地努力,我们的自然学科乃至不胜枚举的事物才能更好地发展.

### 参 考 文 献

1 张连富.亚里士多德与物理学[J].物理通报,2002(3):41~

44

2 课程教材研究所.物理1(必修)[M].北京:人民教育出版社,2015

3 田家娟.谁为亚里士多德的“晚节”负责?[J].物理教师,2013,34(2):93~94

4 高嵩,焦蕊.自由落体运动中的物理学史与教学[J].物理教师,2019,40(5):13~16

5 缪小燕.物理学家“错误”的教学价值[J].湖南中学物理,2018,33(10):11~12,3

6 胡化凯,廖鹰翔.亚里士多德力学理论的历史价值[J].物理通报,2003(9):39~43

7 陈运保,赵亮.牛顿第一定律的发展历史及其教育价值[J].物理教师,2016,37(7):32~35

8 殷学平.从“亚里士多德观点”所想到的[J].文教资料,2005(33):192~193

9 石旭.中世纪物理:近代物理的起源——以运动学为例[J].佛山科学技术学院学报(社会科学版),2015,33(4):19~22

(上接第130页)

### 2.3 器材结构和原理复杂

向心力演示器依据的原理是,两个标尺上露出的红白相间的格子数之比等于两个小球受的向心力之比,该原理教师在课堂上一一般是定性简单分析,定量证明需要力矩平衡和共点力平衡等知识,很显然不是这个实验的教学要求,教学的重点是探究向心力公式,而不是舍本逐末,花费很多时间和精力介绍器材的结构和原理.缺少定量证明,学生理解起来有难度,只是被动接受,影响实验的探究效果.

### 2.4 实验误差较大

实验操作过程是通过用手转动手柄,使变速塔轮及长槽和短槽随之转动,槽内的小球也随着做圆周运动,用手转动手柄,很难做到手柄匀速转动,手柄忽快忽慢,小球不容易做匀速圆周运动,所需向心力大小不稳定,因此标尺上露出的格子数也不稳定,忽多忽少不容易准确读数,实验误差较大.

### 3 两种实验方案的综合比较

杨振宁先生说过,绝大部分物理学是从实验中

来的,实验是物理学的根源.在中学阶段,实验教学是培养学生物理学科素养的重要途径,实验是物理课程的核心内容之一,因此实验设置在物理教材中具有特殊重要性.

综合比较两种实验方案的特点,圆锥摆实验是通用器材,更能培养学生的物理学科素养,更符合学生的认知规律和新课标的核心理念,改装和完善可以解决误差大和不易操作的问题,也有利于教材内容的连续性和稳定性.向心力演示器结构和原理复杂,是专用器材,实验步骤固定,不适合设计成探究性分组实验,学生科学探究素养培养有限,实验误差较大.因此,2019版新教材把圆锥摆实验换成向心力演示器值得商榷.

### 参 考 文 献

1 居津.基于科学思维水平层次,培养学生建模能力[J].物理教师,2019(1):18~20

2 蔡卫东.用圆锥摆验证向心力表达式实验的改进[J].物理教学,2011(2):23~25