

自制“力的合成”演示实验装置*

曾心 程晏蓓

(江西师范大学物理与通信电子学院 江西南昌 330022)

(收稿日期:2017-04-18)

摘要:在人教版高中《物理·必修1》“力的合成”这一节,课本里介绍了一个实验来探究合力与分力之间的关系,虽然该实验操作简单,但存在明显的不足.基于此,我们设计了一个新的学生用实验装置,介绍该自制装置的原理及实验操作过程,它弥补了课本上简易实验的缺陷,增加了物理课堂的严谨性.

关键词:力的合成与分解 自制实验装置 平行四边形定则

“力的合成”是高中物理教材中的重要内容,是力学研究的基础知识,同样也是矢量运算的开始,掌握该内容的关键就在于力的合成所遵循的定则——平行四边形定则.新课程标准要求学生通过实验,理解力的合成与分解,知道共点力的平衡条件,区分矢量与标量,用力的合成与分解分析日常生活中的问题^[1].结合高中阶段学生的特点,让学生进行探究性实验,突出学生为主体的特点,增强学生的主体意识,对钻研出来的知识掌握得更牢,形成好的学习习惯^[2].这一阶段的学生对矢量的运用比较陌生,可能会存在认知的冲突和理解的困难,如何让学生通过自己的探究得到力的合成遵循的定则是很多物理教师研究的方向.

在高中物理教材中介绍了一个简单的实验,至少需要两个学生来完成实验操作.实验装置如图1所示,先将轻质小环挂在橡皮条的下端,然后用两个弹簧测力计成一定角度拉动小圆环,将圆环拉至O点,此时小圆环受到作用力 F_1 和 F_2 ;之后撤去 F_1 和 F_2 ,改用一个力 F 拉小圆环,也拉至O点,对于橡皮条来说,两次伸长量都是相同的,即力 F 的作用效果与 F_1 和 F_2 共同作用效果是一样的,所以 F 就是 F_1 与 F_2 的合力;最后学生再用矢量图将力画出,得出力的合成所遵循的定则.

本实验的明显不足是:(1)探究分力时,手拉动测力计,无法保持受力方向和大小恒定不变,静态平

衡很容易打破,从而引起实验数据的误差;(2)实验过程中较难保证合力和分力的等效,橡皮条的受力方向在实验操作中可能出现偏离,并且橡皮条经过多次拉伸后,劲度系数也会发生微小的变化,会导致合力和分力作用效果不相同.

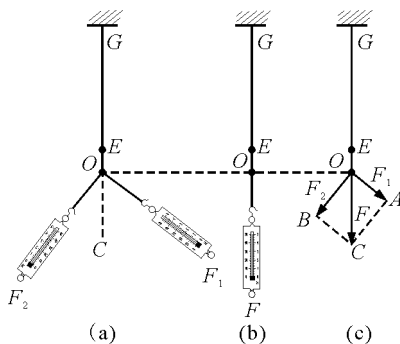


图1 教材中的实验图

为改进因静态平衡被打破而导致的误差,有些实验利用砝码来拉动橡皮条,却又带来了新的问题,砝码使得分力大小不能连续地发生变化,基于以上存在的各种问题,我们设计了一款新的实验装置.该实验装置在2016年第四届“华夏杯”全国物理教学创新大赛暨物理教育研究论坛中获得教学组二等奖.

下面本文将详细介绍自制装置需要用到的器材、实验操作过程以及演示效果等等.

1 实验装置的介绍

(1) 实验器材

沙桶3个,小钢珠(直径3 mm)1盒,带有螺丝

*《大学物理》课程“微课”教学资源的设计、开发与应用研究,项目编号:JXJG-15-2-7

作者简介:曾心(1996-),女,在读本科生,研究方向为物理教育.

指导教师:程晏蓓(1983-),女,讲师,主要从事大学物理教学工作和实验研究.

的滑轮2个,鱼线若干,标有角度的圆纸片,弹簧测力计3个,带有凹槽的铁架台,砝码若干,铁丝2根.

注意:圆纸片的纸张不需要太大太厚,直径最多不超过15 cm,纸片上标有角度,从中央竖直顶端开始标为 0° ,然后按照角度从两边递进,最小刻度为 1° ,直到中央最底端标记为 180° ,如图2所示.

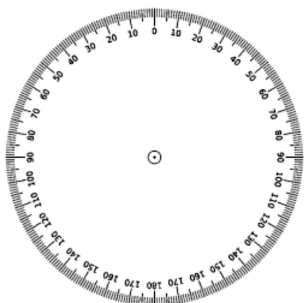


图2 纸质刻度盘

(2) 制作过程

将带有螺丝的滑轮装在有凹槽的铁架台上,旋动螺丝帽可以移动滑轮,将标有角度的圆纸片过塑后,在圆纸片的圆心位置打一个小孔,用一根细轴穿过小孔,在轴上分别系上3条鱼线,一条穿过圆纸片 180° 刻度的位置,另两条分别与弹簧测力计相连并绕在滑轮上,测力计底端扣在铁丝上,整个装置就制作完成.

(3) 实物展示

小桶中添加若干小钢珠,挂在两侧弹簧测力计底端,砝码吊在中间鱼线下端(砝码可用小桶代替,即可改变合力的大小),实验装置如图3所示.

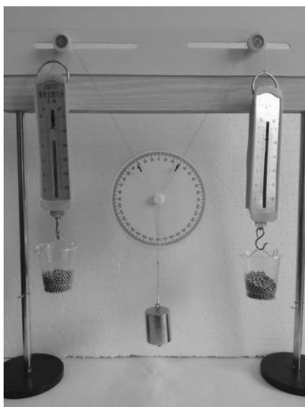


图3 自制实验装置图

2 实验操作部分

(1) 测量合力的大小

用弹簧测力计测出圆纸片下方砝码(或小桶)的重量,由于圆纸片质量很小,可忽略不计,测力计

读数即为合力的大小,方向竖直向下,记录数据后将砝码(或小桶)挂在中间鱼线下端.

(2) 测量分力的大小和方向

在另两个小桶中添加适量的小钢珠,分别挂在两侧测力计的底端,测力计的读数加上其自重即为分力的大小,分力的方向可从圆纸片上直接读出.

(3) 重复测量,记录多组数据

改变小桶内钢珠的数量,合力和分力也会随之改变,可测得多组数据.

(4) 数据处理

将数据填入表1中,再利用绘图工具把力的矢量图画出来,分别将一个分力沿着另一个分力平移就可以得到平行四边形.

表1 合力与分力的数据记录

力		分组		
		第一组	第二组	第三组
合力 F/N		2.0	2.0	2.0
分力 F_1	大小 $/N$	1.2	1.5	1.5
	方向 $/^\circ$	34	36	31
分力 F_2	大小 $/N$	1.2	1.2	1.0
	方向 $/^\circ$	34	45	46

(5) 实验拓展

保持中间砝码(或小桶)的重量不变,即合力不变,改变两侧小桶内钢珠的数量(即分力),此装置也可用来演示“力的分解”,得出一个力有多种分解方式,为后一节学习“力的分解”做铺垫.

3 实验装置的优点以及教学价值

3.1 实验装置的优点

(1) 通过增加或者减少小钢珠的数量来改变合力与分力,操作简单,同时也增加学生探究的乐趣,由于小钢珠的重量非常小,所以在改变力的大小的时候可认为力是连续变化的,解决了之前用砝码存在的问题.

(2) 由于细线容易缠绕,很难稳定,所以实验装置中利用鱼线来和测力计相连,与滑轮相绕,很好地解决了细线打结的问题.

(3) 因铁架台高度限制,设计凹槽以便通过滑轮的位置改变来扩大分力的角度测量范围.

(下转第76页)

3),用标尺读出小球落在底板白纸上的水平飞行距离.比较所测量的数据及标准数据间的差异.

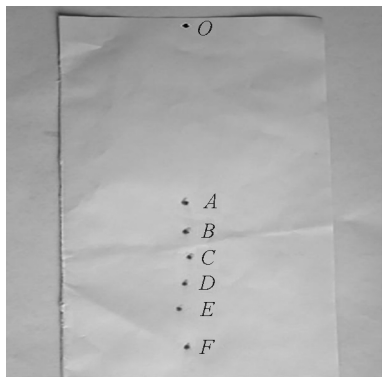


图3 记录了小球落点的白纸

2.3 实验结果及分析

将白纸取下,用标尺测得 OA, OB, OC, OD, OE, OF 的值分别为 $0.113\text{ m}, 0.131\text{ m}, 0.145\text{ m}, 0.161\text{ m}, 0.172\text{ m}, 0.191\text{ m}$. 用测量的水平位移与计算的水平位移进行对比发现,两者的悬殊微乎其微,所形成的平抛图像基本重合.因此得出平抛运动的轨迹是一条抛物线.

(上接第74页)

(4) 圆纸片与鱼线的节点相连接,可随着共力点的移动而移动,可在任意位置确定分力的角度.

(5) 合力的方向始终在竖直方向,不需要测量,减少了数据的测量工作量.

(6) 整个装置所测量的面是竖直平面,当整个装置稳定之后,就可以进行读数,避免了之前由于人工操作不稳定带来的误差.

3.2 教学价值

采用该教学实验装置,可以增强学生学习的兴趣,让学生在简单的操作中思考装置的设计思想,体会创新以及探究的乐趣.整个实验所存在的误差也是较小的,所以学生在读数不出差错的情况下可以通过测量的数据得出平行四边形定则.整节课下来,学生的自主探究和思考使学生能够在教学中成为主体,提高了课堂教学的质量.

4 总结

物理是一门以实验为基础的学科,自制教具的使用与制作,将大大灵活学生的创新思维,培养学生

通过数据来验证平抛运动是否做水平方向的匀速运动和竖直方向上的匀加速运动,表格显示了物体下落的高度和时间,分别代入公式 $h = \frac{gt^2}{2}$ 进行竖直位移的验证,水平方向上代入公式 $x = v_0t$ 进行验证,观察与所测量的水平位移间的差异.

3 实验总结

DIS 实验将平抛运动的轨迹及规律的探究合二为一,实验的直观性和可视性较强.而传统实验可视性不强,学生无法直接观察到平抛运动的轨迹,需要通过细致的作图才能将其表现出来.作图上便会存在很多误差,并且重复进行实验需要大量时间.

进行规律的探究需要学生分析处理数据,有利于物理学科核心素养的形成.

参考文献

- 1 人民教育出版社课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 物理·必修2. 北京:人民教育出版社,2008. 7~12

良好的思维品质,提高学生良好的探究能力和合作能力,综合提高学生的物理学科素养,全面落实高中物理教学目标^[3].

本文所介绍的自制实验装置操作起来简单方便,实验现象明显,实验结果也比较准确,在之前的众多实验基础上进行了较大的改进.在课堂上学生们也可以通过自己的探究一步一步寻得实验结论,不仅提高了学生的动手探究能力和动脑思维能力,还激发了学生寻求真理的欲望,让学生真切地感受到物理,体会物理的乐趣.因此在课堂中可以通过利用此实验装置,取得良好的教学效果,用理论指导实践,用实践验证理论.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准. 北京:人民出版社,2003
- 2 邱俊英. 探究式教学在高中物理教学中的应用. 中国校外教育,2009(8):104
- 3 刘继民. 自制教具在高中物理教学中的作用. 中国教育技术装备,2013(10):147~148