

物理实验



## 自制功率与牵引力和速度的关系演示仪

黎明

(余姚市梦麟中学 浙江 宁波 315400)

(收稿日期:2019-01-08)

**摘要:**功率与牵引力、速度的关系是功率这节课中的一个难点,但教材对这部分内容只进行了简单的理论推导,教学中也没有专门的实验仪器可供演示.虽然部分学生有能力进行理论推导,但由于对其原理并不理解,导致在实际应用中也经常出错.笔者利用自制教具进行演示,引导学生讨论得出定性关系,帮助学生建立物理模型,再进行理论推导,取得了非常好的教学效果.

**关键词:**电动机 光控继电器模块 小车 电火花计时器

## 1 设计背景

在人教版《物理·必修2》第七章第3节中,功率与速度的关系是本节课的教学难点.课本中对于此环节的处理是运用理论推导,将已经学习过的功的公式  $W = Fs$  代入到本节课刚学过的功率定义式  $P =$

$\frac{W}{t}$  中,最后得到关系式  $P = Fv$ . 实际的课堂教学中

往往通过理论推导的方式,推导出结论后用相应的例题加以巩固.这样的理论推导过于简单,无异于直接告诉学生最终的答案.对学生来说并没有建立完整的物理模型,也缺乏科学探究的过程,更别说培养

起学生的学习积极性,又使得抽象的“质点”变得丰满起来,同时也有利于践行“从生活走向物理,从物理走向生活”的教学理念.最后,用一个教师拿着球拍运动的实例,自然而然地过渡到了下一个知识点,巧妙地实现了知识点间的衔接.

总之,物理教师在教学过程中,要时刻注意将物理与生活联系起来,用生活之水来激“活”物理之

水,使物理能永葆青春.

## 参考文献

- 1 周新雅,王惠玲,周行.用几何画板创设“光的反射”教学情境.物理通报,2018(9):100~103
- 2 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材开发中心.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,2010.14

## *Life-oriented Innovative Teaching* Design on Letting the Mass Point Live

Xia Youchao Nie Yiyou Zhou Xinya

(College of Physics and Communication Electronics, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022)

**Abstract:** The design links the "mass point" with the life situation to teach, which can effectively arouse students' interest in learning and close the distance between them and physical knowledge. Choosing to say "point" first and then "mass" can help students build a thinking stage and build a more perfect self-knowledge system.

**Key words:** mass point; life; thinking stage; build

学生的科学思维,同时枯燥乏味的例题巩固又容易使学生失去学习的乐趣;对于教师而言,用公式的代入来突破教学难点显得非常苍白无力,课堂缺乏生动性,与以学生为主体的课堂精神相违背.因此,笔者自制了本套教具帮助学生理解功率、牵引力和速度之间的关系.

## 2 实验装置和原理

功率与牵引力、速度的关系演示仪结构如图1所示,仪器主体框架是利用实验室的长木板和木质米尺制作而成的,侧面贴有长条的金属板,左端是一辆自制的小车,小车上配有放电针,放电针与金属板和电火花计时器的正负极相连,放电针与金属板之间产生火花放电可以在热敏纸上打出点迹,记录小车的运动过程,右端是一台小电动机用来牵引小车前进,使小车先加速达到最大速度后匀速运动,研究小车达到最大速度时的速度 $v$ ,牵引力 $F$ 和电动机输出功率 $P$ 之间的定性关系.利用此装置可以演示以下3个实验.

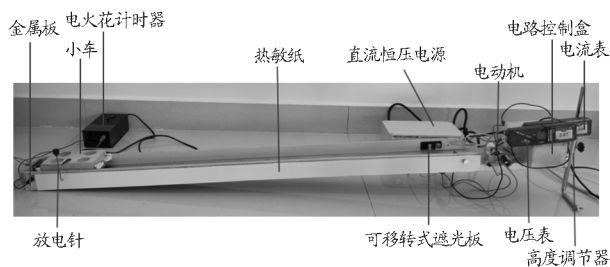


图1 功率与牵引力、速度的关系演示仪结构

**实验一:**保持电动机输出功率 $P$ 基本不变,研究牵引力 $F$ 和小车速度 $v$ 之间的关系.

在电动机输出功率 $P$ 基本不变的前提下,依次调节高度调节器的高度,使轨道的倾角依次增大,从而增大每次小车运动过程中达到最大速度时的牵引力 $F$ ,比较小车速度变化情况.

**实验二:**保持牵引力 $F$ 不变,研究电动机输出功率 $P$ 和小车速度 $v$ 之间的关系.

保持斜面倾角不变,使小车以最大速度匀速运动时牵引力 $F$ 保持不变,通过调高电压依次增大电动机的输出功率,比较小车速度变化情况.

**实验三:**模拟汽车低挡上坡.

通过切换如图2所示的大皮带轮和小皮带轮,

使学生直观感受低速挡和高速挡的区别.

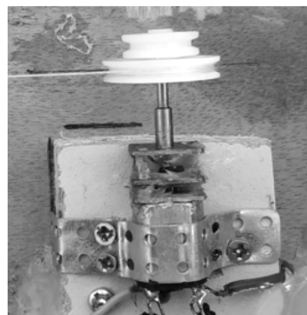


图2 大皮带轮和小皮带轮

## 3 教具制作过程中的几点说明

(1)这个实验首先要保证小车所受阻力在一次运动过程中保持不变,而我们日常用的轨道小车,如火车侧边轮轨道、凹形槽轨道,实验都不成功.因为轮子的侧面容易与轨道的侧面相互摩擦,而且这个力带有偶然性,不可控,无法保证小车最后做匀速直线运动.为此在笔者多次研究之后,发现“4个侧面小滑轮”(图3)定位的方法相对较好,并且在小车的4个轮子处加装了滚珠轴承(图4),使小车在运动过程中的阻力更加稳定.

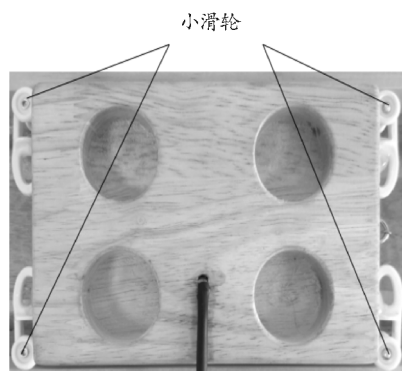


图3 4个侧面小滑轮

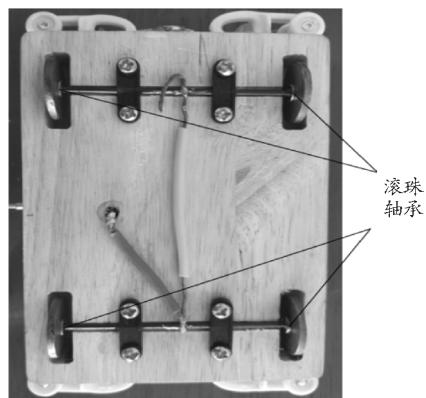


图4 加装滚珠轴承

(2) 将放电针和金属板与电火花计时器的正负高压脉冲相连,通过放电针和金属板间的火花放电实现在热敏纸带上打点,设计的放电针如图5所示。这是一个3个方向可调的放电针,能迅速地调节放电针的位置,实现一条热敏纸上能打出多条轨迹,便于比较小车运动的快慢。

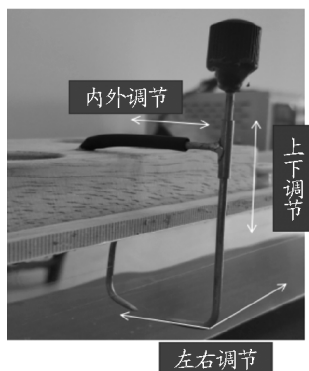


图5 放电针的设计

(3) 本教具通过两路光控继电器模块,对电动机和电火花计时器的工作进行了自动控制,自动控制的开关是如图6所示的两个光敏电阻,打开遮光板光敏电阻接受光照,电动机和电火花计时器开始工作,当小车运动到轨道末端时不透光的车身刚好遮住两个光敏电阻,使电动机和电火花计时器停止工作,也防止了电动机因堵转而烧坏。

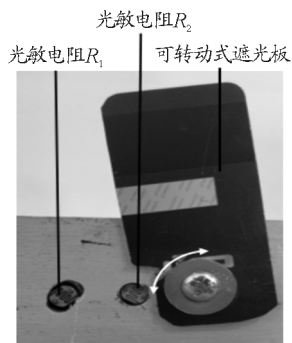


图6 光敏电阻自动控制开关

(4) 本实验的一个关键点是如何保持电动机输出功率不变。根据电动机的输出功率计算公式

$$P = UI - I^2 R$$

( $R = 9.0 \Omega$ ,  $U = 2.87 \text{ V}$ ) 作出输出功率  $P$  与电流  $I$  之间的关系图像如图7所示。

在图像顶点附近输出功率变化十分微小。同时本实验利用电压和电流传感器采集电压、电流数据,

然后通过公式计算电动机的输出功率,如图8所示。通过大量的实验证明,本教具的高度调节器在一定的高度范围内调节,可以将电动机的输出功率控制在  $0.220 \sim 0.228 \text{ W}$  之间,从而实现电动机输出功率基本不变。

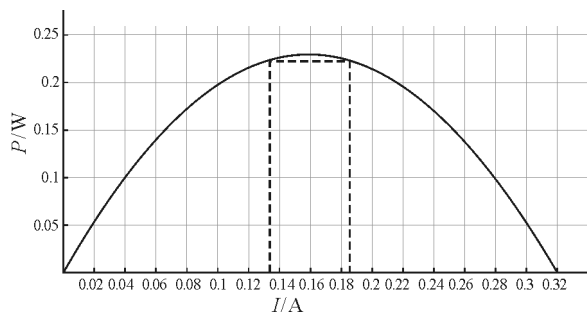


图7  $P-I$  图



图8 电压和电流传感器

(5) 本实验虽然用的是电火花计时器的高压脉冲输出,但是绝大部分高压区域均有绝缘体包裹,并且绝大部分的操作是在断开高电压的情况下,唯一的高电压接通时的操作就是转动遮光板,此操作远离高电压区域,因此本仪器是绝对安全的。

#### 4 实际教学探究过程

**实验一:**保持电动机输出功率  $P$  基本不变,研究牵引力  $F$  和小车速度  $v$  之间的关系。

第一步,打开电源,将恒压电源调节到  $2.87 \text{ V}$ ,将高度调节器调节到一定高度。

第二步,转动遮光板使电火花计时器和电动机开始工作,牵引小车先向前加速,达到最大速度后匀速运动。

第三步,小车以最大速度运动一段距离之后,会运动到光敏电阻  $R_1$  和  $R_2$  所在位置,此时不透光的车身会将两个光敏电阻先后挡住,这样电火花计时器和电动机就会先后停止工作,小车完全停止后,转动遮光板,挡住光源,并将小车拉回起点。

第四步,每次将高度调节器调高一定的高度,并将放电针尖端位置向下调节一段距离,继续实验.

5次实验之后获得纸带如图9所示.

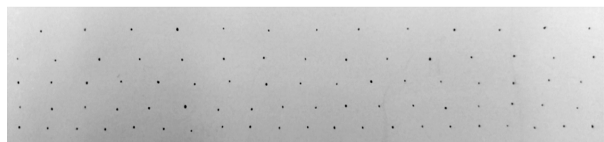


图9 5次实验后获得的纸带

通过图9所示的纸带可以得到结论:在误差允许范围内,当电动机输出功率 $P$ 保持不变时,小车匀速时的速度 $v$ 随着小车牵引力 $F$ 的增大而减小.

**实验二:**保持牵引力 $F$ 不变,研究电动机输出功率 $P$ 和小车速度 $v$ 之间的关系.

第一步,打开总电源和恒压电源,将恒压电源调节到2.44 V,将高度调节器调节到一定高度不变.

第二步,转动遮光板使电火花计时器和电动机开始工作,牵引小车先向前加速,达到最大速度后匀速运动.

第三步,小车以最大速度运动一段距离之后,会运动到光敏电阻 $R_1$ 和 $R_2$ 所在位置,此时不透光的车身会将两个光敏电阻先后挡住,这样电火花计时器和电动机就会先后停止工作,小车完全停止后,转动遮光板,挡住光源,并将小车拉回起点.

第四步,每次将恒压电源的电压调高一定值,并将放电针尖端位置向下调节一段距离,继续实验.

4次实验之后获得纸带如图10所示.

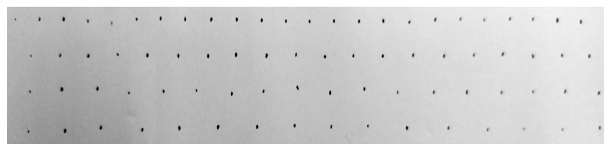


图10 4次实验后获得的纸带

通过图10所示的纸带可以得到结论:在误差允许范围内,当牵引力 $F$ 保持不变时,小车匀速时的速度 $v$ 随着电动机输出功率的增大而增大.

**实验三:**模拟汽车低挡上坡.

将高度调节器调节到一定高度,使得大皮带轮无法拉动小车前进,保证其他条件不变将牵引线切换到小皮带轮,小皮带轮可以拉动小车前进.

## 5 实际课堂教学效果

通过实验探究教学,改变了原本灌输式的理论探究教学和沉闷的课堂气氛,激发了学生的学习兴趣,教具中用到的器材和实验原理是高中学生比较熟悉的,学生容易接受,有助于教学的顺利进行.

学生经过具体的实验探究,对功率 $P$ ,牵引力 $F$ 和速度 $v$ 的关系有了一定的了解.通过这个实验学生建立了功率与牵引力、速度关系的物理模型,也培养了学生的科学探究能力,学生具备相应的能力之后再回到理论探究,就相对容易接受,并且理论推导的结论也与实验结论相印证,增加了实验的说服力.从课后反馈的角度来看,学生对于这个知识点的掌握相较于往届学生要好许多.

实验三模拟了汽车上坡起步的实际问题,学生见过实际模型之后对这类问题的理解更加深刻了,解决实际问题也更加得心应手.

## 6 结束语

本实验仪器是以实验室中一些常用的仪器为基础制作而成的,同时为了操作上的简洁和方便,应用了两路光控继电器模块,增加了自动化的控制功能,大大缩短了实验操作的时间,在实际的教学探究中取得了非常好的效果,将原本沉闷的理论探究课堂,变成了学生非常感兴趣的实验探究,加深了学生对“功率与速度”这一关系的印象.可见作为物理教师应该多从实验的角度进行思考,多设计一些能提升学生学习兴趣,帮助学生建立物理模型以及培养学生科学探究能力的实验,只有这样才能展现物理的美,才能吸引更多的学生,才能把培养学生的核心素养真正落到实处.

最后,本教具在2018年浙江省中小学优秀自制教具终评活动中荣获浙江省二等奖.

## 参考文献

- 1 顾绳谷. 电机与拖动基础(第4版). 北京:机械工业出版社,2007. 27~34
- 2 程庆祥. 车轮滚动时摩擦力的计算. 安徽教育,1979(3): 7714