

低成本物理实验之自制“微动力发电”演示装置

王太军

(西北师范大学教育学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 据“电磁感应”原理,用永磁式减速直流电机和数字稳压器件自制的“微动力发电”实验演示装置,可以将微弱振动或转动的机械能转变为电能,可演示水力发电、双向风力发电、潮汐发电等发电原理,并能实时显示发电电压数值,可为手机、平板电脑、MP3 等用电器充电,集物理教学演示和移动充电于一体. 该装置取材方便,成本低廉,课堂教学演示效果极好,同时师生可自己动手制作,能极大激发学生物理学习兴趣及创新思维,全面提升学生的动手实践能力.

关键词: 电磁感应;微动力发电机;演示

“电磁感应”作为高中物理选修 3-2 中重要的内容,也是学生最感兴趣的内容之一,即使他们在学习后往往也是知其然而不知其所以然,在实际运用中也容易屡现问题. 永磁直流电动机,也可作为直流发电机使用,其典型应用是汽车的启动马达,集电动机与发电机于一体,学生对此并不陌生. 用实验室通常配置的教学直流电动机发电,并不是什么新鲜之事,但明显缺陷有二:一是需要较大力量才能驱动;二是直流电动机的正、反方向转动将直接影响输出电压正负极性的颠倒. 因此,若用它演示双向风力发电、潮汐发电的现象效果不明显,而且在驱动 LED 灯珠以及给外接电子产品充电时要常常调换正负极性,不方便. 为让学生充分理解和运用“电磁感应”的相关原理,以及克服实验室器材的不足,本文将分享笔者自制的“微动力发电”演示装置及其制作、工作原理.

1 “微动力发电”演示装置设计与制作

本文中的“微动力”指用较小的驱动力就可以驱动发电演示装置正常工作,如在室内用嘴吹气就能驱动,或轻轻来回拧动、摇动也能驱动. 根据学生的认知特点和实际教学需要,笔者经多次改进设计与完善,将“微动力发电”演示装置依照图 1 所示的电路图并安装好,所需元件材料如表 1 所示.

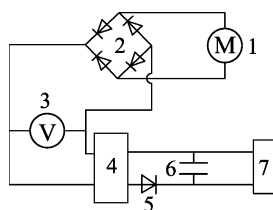


图 1 “微动力发电”
演示装置电路图

表 1 “微动力发电”演示装置所需元件列表

| 图中编号 | 名称 | 型号参数 | 所需数量 |
|------|--------------------------|-------------------|------|
| 1 | “7”型永磁减速直流电动机(装有废旧电风扇叶轮) | 12 V/10 W | 1 |
| 2 | 桥式整流 | 整流二极管 IN4007 | 4 |
| 3 | 数字电压表头 | 12 V—36 V | 1 |
| 4 | 稳压电路板 | 5.5 V | 1 |
| 5 | 发光二极管 | 1.6—2.1 V/30 mA | 1 |
| 6 | 电解电容 | 1000 μ F/50 V | 1 |
| 7 | USB 输出口 | USB 座(A 型) | 1 |

注:表 1 中的数字电压表头、稳压板、发光二极管、电解电容可由集成数显稳压板代替(一般电子元器件商店很容易购到).

2 “微动力发电”演示装置的工作原理

“微动力发电”演示装置以减速直流电动机为核心发电部件 M,该类型电动机经多级齿轮机械传动,改变输入与输出的力矩比,仅需微小的输入力矩便可驱动电机转动,从而产生感应电流. 无论发电机 M 是正方向转动还是反方向转动,经桥式整流电路后,电流均沿固定方向流动. 正因如此,可以演示两相反风向的风力发电,以及潮汐发电的相关原理. 同时用手来回往复拧动电机转轴,也可以产生恒定方向的电流,从而达到微动力振动发电的目的.

为了使发电机 M 产生的电更为直观可见,演示装置中应用了数字电压表表头,可以直接观察到发电机所产生电压的数值,同时经过稳压电路和

基金项目:本文系西北师范大学青年教师科研能力提升计划项目“普通高中物理实验课程实施研究——学生实践能力培养的视角”(项目编号:SKQNYB14007)阶段性成果之一.

· 问题讨论 ·

一道常规题惯性思维错解分析

李兴达

(余姚中学, 浙江 宁波 315400)

摘要: 竖直平面内圆周运动的临界问题一直是学生理解的重难点. 本文从一道 2012 年豫南九校联考的选择
题入手, 结合一道常规竖直平面圆周运动的竞赛题来分析竖直平面内临界问题惯性思维误区.

关键词: 竖直平面; 圆周运动; 惯性思维; 临界问题

1 问题解析

如图 1 所示, 竖直环 A 半径为 r , 固定在模板 B 上, 模板 B 放在水平地面上, B 的左右两侧各有一挡板固定在地上, B 不能左右运动, 在环的最低点静放有一小球 C, A、B、C 的质量均为 m . 现给小球一水平向右的瞬时速度 v , 小球会在环内侧做圆周运动, 为保证小球能通过环的最高点, 且不会使环在竖直方向上跳起(不计小球与环的摩擦阻力), 瞬时速度必须满足

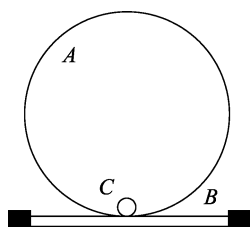


图 1

- (A) 最小值 $\sqrt{4gr}$. (B) 最大值 $\sqrt{6gr}$.
- (C) 最小值 $\sqrt{5gr}$. (D) 最大值 $\sqrt{7gr}$.

解析: 已知小球能完整地在竖直平面内做圆周运动, 故最高点临界值为当小球与圆环弹力为 0 时, 此时向心力完全由重力提供, 所以最高点的最小临界速度为 \sqrt{gr} , 然后通过小球的机械能守恒可以得到最低点最小速度为 $\sqrt{5gr}$. 又已知圆环不会在竖直方向上跳起, 所以最高点时小球向心力的最大值为 $3mg$, 此时最高点临界最大速度为

$\sqrt{3gr}$, 通过机械能守恒可以得到最低点时的最大速度为 $\sqrt{7gr}$, 所以此题答案为选项(C)、(D).

以上是参考答案所给的解释, 看似合情合理, 通过讨论竖直平面内最高点临界值来解决提出的问题, 而最高点的临界值问题也是竖直平面内圆周运动的重难点, 所以在高考知识范畴内考虑该问题时, 比较自然地就会依据参考答案的方式进行解答.

现在我们通过简单的假设来对原参考答案进行质疑. 如图 2 所示, 当小球偏离最高点 θ 角度时, 根据机械能守恒, 可以得到此时小球速度一定大于最高点时的速度, 所以此时所需要的向心力大于最高点时的向心力. 因为在该点小球的重力只有指向圆心的分力提供向心力, 所以此时环对小球的支持力肯定大于最高点时环对小球的支持力. 根据牛顿第三定律, 小球此时对环的作用力大于最高点时小球对环的作用, 那么如何保证此时小球对环的作用力的竖直方向分力一定小于最高点时小球对环的作用力呢?

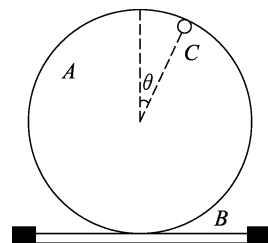


图 2

USB 输出端, 可直接为外接电子产品充电.

3 实践与应用

“微动力发电”的演示实验装置, 在“电磁感应”教学中, 可演示微振动发电、双向风力发电、潮汐发电等相关发电原理, 通过轻轻来回拧动或转动直流电机转轴, 即可将机械能转化为电能, 其产生电压及其输出状态可实时通过数显装置显示出来, 同时配置的 USB 输出端还可为智能手机、平板电脑、MP3 等用电器快速充电, 集中学物理教学

演示和移动充电于一体. 该装置取材方便, 成本低廉, 课堂教学演示效果极好. 同时, 教师和学生皆可亲手制作, 可作为学生课外科技创新活动的内容, 能极大激发学生物理学习兴趣和创新思维, 提升学生的动手实践能力.

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(实验稿)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2003: 35-36.

(收稿日期: 2015-02-12)