

创设实验情境 激活惰性知识

——以电场中的两个实验为例

刘建浩

(浙江慈溪中学 浙江 宁波 315300)

(收稿日期:2018-12-25)

摘要:创设真实实验情境进行情境化学习,巩固、发展、激活所学的知识,使所学知识具备实践作用;创设真实实验情境进行情境化学习,培养学生通过真实情境建立物理模型的能力,训练学生科学思维,提升学生核心素养。

关键词:实验情境 情境建模 惰性知识 核心素养

中学物理学主要内容有力学、热学、电磁学、光学和原子物理学。学生开始首先学习的是力学,与力学知识相比,学生在实际生活中更难获得与电场知识相关的感性认识和直觉经验;学生在无感性认识的抽象环境中学习,导致了学习困难和惰性知识的产生。

情境认知理论认为,学习者通过具体情境建构知识,又通过具体情境活动不断巩固和发展所学知识。在新课教学中,教师尽量通过联系生活实际和设计实验创设情境,使学生能够在具体情境中建构知识;在学生学完相关新课知识之后,本文作者创设了两个真实实验情境,让学生通过情境建模活动巩固、

4 小结

对于地处边疆少数民族地区的学生来说,面临教学资源匮乏、教师技能不娴熟、教学理念相对滞后的问题,把 STEM 教学理念应用到物理教育中,有着积极的意义。让他们体验到物理学习的乐趣,实验探究的激情和团队协作的快乐,通过类似的探究活动,可以让学生更好地去关注生活,发现生活中的物理、化学现象。从学生的情感上、态度上改变其价值观,让他们对学习更有兴趣,更加热情地投入到学习中^[8]。

我们在云南边疆民族中学的物理教育实习中,将 STEM 教育理念融于自制水火箭课外活动中,由于自制水火箭成本低廉,学生兴趣高,可实施性较强,同时,让物理和化学课程得到了较好的融合,提高了学生的动手能力,从真正意义上将 STEM 教学运用在课堂中,很大程度上提高了物理教学趣味性,培养了学生认知发展和对物理概念的理解。教学实

践表明,成效显著,作为学生课外活动的探究,有一定的意义。

参考文献

- 1 余胜泉,胡翔. STEM 教育理念与跨学科整合模式. 开放教育研究,2015, 21(04): 13 ~ 22
- 2 张慧玲. 实施学生项目学习,培养学生 STEM 素养. 实验教学与仪器,2016(10):1 ~ 3
- 3 王朝祥. 探究最省力的方案 —— 基于核心素养培养的 STEM 教学案例. 物理通报,2018(11):1 ~ 3
- 4 辛贵书. 提高水“火箭”效果之措施. 物理实验,2003, 23(1):32 ~ 33
- 5 廖立杨. 对水火箭发射速度和射程的理论研究. 物理与工程,2016(3):82 ~ 83
- 6 方红霞. 关于水火箭水平射程的实验探究. 物理实验, 2011(12):17 ~ 19
- 7 江涛. 传统水火箭的化学创新设计. 广东第二师范学院学报,2017(5):103 ~ 104
- 8 赵玉婷. 初中《研究性学习》的课程设计与实施策略研究. 现代远距离教育,2017(4):39 ~ 43

发展、激活所学的知识.

1 手摇电铃

1.1 实验情境

如图1所示,两平行金属圆板间放一悬挂的金属小球(金属小球直径为2 cm,两金属圆板间距约3.5 cm),感应起电机两放电叉分别与两金属板接触;匀速摇动感应起电机,悬挂的小球不停地来回撞击金属板,发出悦耳的金属铃声.

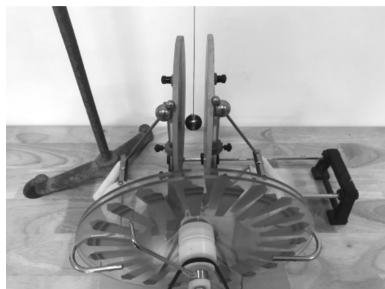


图1 “手摇电铃”实验装置图

1.2 情境问题与情境建模

问题1:金属小球为什么会不停地振动?

如图2所示,设左金属板带正电,右金属板带负电,两板中心部分电场近似看作水平向右的匀强电场.金属小球与左金属板相碰以后带上正电,在电场力作用下向右运动,与右金属板相碰以后带上负电,在电场力作用下向左运动,不断重复.

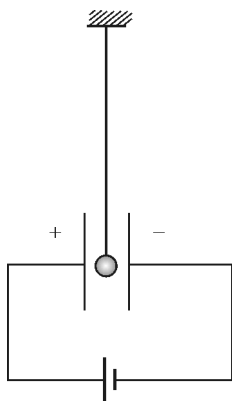


图2 “手摇电铃”实验原理图

问题2:金属小球一次往复运动,搬运多少电荷?(设每次与金属板相碰后小球带电荷量大小都为 q)

带电荷量为 $+q$ 的小球与负极板相碰以后,带电荷量变为 $-q$,有 $2q$ 的负电荷从负极板传递给金

属小球;带电荷量为 $-q$ 的小球与正极板相碰以后,带电荷量变为 $+q$,有 $2q$ 的负电荷从金属小球传递给金属板.所以金属小球一次往复运动,从负极板搬运 $2q$ 的负电荷到正极板.

问题3:进行适当的近似和理想化处理,写出小球搬运电荷的过程中产生的平均电流大小的表达式.

适当的近似和理想化处理:两金属板间距相对摆长很小,小球的运动近似看作直线运动,细线拉力与小球重力互相抵消;两板间距相对金属板直径很小,两板中心处电场近似看作匀强电场,小球在电场力作用下做匀加速直线运动;感应起电机匀速摇动,因此假设两金属板间电压恒为 U (可用静电计检测,发现静电计指针略有抖动,偏角基本恒定).假设小球与金属板相碰后速度立即变为零,设小球的质量为 m ,两金属板距离为 d ,小球带电荷量大小恒为 q .

推导小球搬运电荷的过程中产生的平均电流大小的表达式:

设一次往复运动的时间为 $2t$

则平均电流

$$I = \frac{2q}{2t} \quad (1)$$

匀加速运动的加速度

$$a = \frac{qE}{m}$$

其中

$$E = \frac{U}{d}$$

所以

$$a = \frac{qU}{md} \quad (2)$$

由运动学公式得

$$d = \frac{1}{2}at^2 \quad (3)$$

由式(1)~(3)得

$$I = \frac{q}{d} \sqrt{\frac{qU}{2m}}$$

从表达式可以看出,距离 d 和质量 m 越大平均电流越小,电压 U 和带电荷量 q 越大平均电流越大,基本符合直觉感受.

2 疯狂的锡箔小球

2.1 实验情境

如图3所示,两金属圆板上下平行放置,5个锡箔揉成的小球放在下面金属板上;为防止锡箔小球跳出金属板外,金属板间再夹一圆环状透明塑料圈,塑料圈由常见5 L纯净水瓶裁剪而成;感应起电机两放电叉分别与上下金属板接触,匀速摇动感应起电机,观察到锡箔小球疯狂地上下跳跃。



图3 “疯狂的锡箔小球”实验装置图

2.2 情境问题与情境建模

问题1:锡箔小球为什么会上下运动?

如图4所示,设下极板带正电,上极板带负电。锡箔小球与下极板接触带上正电,受到向上的电场力大于重力,向上做加速度运动;小球与上极板相碰而带上负电,受到向下的电场力与重力作用,向下做加速运动再次与下极板接触,不断重复。

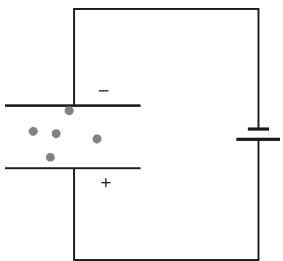


图4 “疯狂的锡箔小球”实验原理图

问题2:锡箔小球往复运动一次,搬运多少电荷?(设每次与金属板相碰后小球带电荷量大小都为 q)

与“手摇电铃”原因相同,锡箔小球一次往复运动,从负极板搬运 $2q$ 的负电荷到正极板。

问题3:假如两金属板之间,只有一个锡箔小球,进行适当的近似和理想化处理,写出小球搬运电荷过程中产生的平均电流大小的表达式。

适当的近似和理想化处理:两板间距相对金属板直径很小,两板中心处电场近似看作匀强电场;感应起电机匀速摇动,因此假设两金属板间电压恒为 U ;假设小球与金属板相碰后速度立即变为零;设小球的质量为 m ,两金属板距离为 d ,小球带电荷量大恒为 q 。

推导小球搬运电荷的过程中产生的平均电流大小的表达式:

小球向上运动的加速度

$$a_1 = \frac{qE - mg}{m}$$

其中

$$E = \frac{U}{d}$$

所以

$$a_1 = \frac{qU - mgd}{md} \quad (4)$$

同理小球向下运动的加速度

$$a_2 = \frac{qU + mgd}{md} \quad (5)$$

设小球向上运动的时间为 t_1 则

$$d = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \quad (6)$$

设小球向下运动的时间为 t_2 则

$$d = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 \quad (7)$$

小球搬运电荷的过程中产生的平均电流强度

$$I = \frac{2q}{t_1 + t_2} \quad (8)$$

由式(4)~(8)解得

$$I = \frac{2q}{\sqrt{2md^2} \left(\frac{1}{\sqrt{qU + mgd}} + \frac{1}{\sqrt{qU - mgd}} \right)}$$

创设真实实验情境进行情境化学习,巩固、发展、激活所学的知识,使所学知识具备实践作用;创设真实实验情境进行情境化学习,培养学生通过真实情境建立物理模型的能力,训练学生科学思维,提升学生核心素养。

参考文献

- 1 余文森. 核心素养导向的课堂教学. 上海:上海教育出版社,2017
- 2 高文. 情境学习与情境认知. 教育发展研究,2001(8):30~35