

“双新”背景下以实验探究为主线的高中物理教学实践

——以“电容器的电容”为例

彭君科
(成都树德中学 四川 成都 610000)

梅怡楠
(成都石室中学 四川 成都 610052)

(收稿日期:2023-06-27)

摘 要:在“双新”教育改革的逐步推进下,如何在课堂教学中有效地提高学生的核心素养成为了一线教师教学实践中的重要课题.物理是一门实验学科,在课堂中利用实验探究为主线的教学方式,有助于促进教学从知识授式向科学探究式的转变,从而高效提高学生物理学科核心素养.以“电容器的电容”一节课的教学实践为例,本节课通过环环相扣的 6 个实验,激发学生学习热情,引领学生合作探究,使学生获得真实的学习体验.

关键词:新课程;新教材;高中物理;电容器的电容

在双新课改正逐步实施的背景下,教学呼唤从低阶的习题教学向高阶问题教学转变,在学习的过程中强调思维的逻辑性与批判性、答案的开放性与包容性、评价的合作性与参与性.此次双新课改明确提出:学校要开展情境化教学,关注应用性、综合性、探究性和开放性问题,以培养学生关注现实世界、解决实际问题的能力^[1-2].对高中物理教学而言,在《普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)》(以下简称新课标)中也指出:要引导学生经历科学探究过程^[3].基于此,本文以“电容器的电容”教学内容为例,阐述在教学中如何以实验探究为主线,让学生在真实的学习过程进行科学探究,习得物理知识,培养科学思维和科学态度与责任.

1 教材内容分析

尽管电容器已被广泛应用于日常生产和生活,但是在学生的认知范围中,对其理解还不够深入,甚至根本就没有接触过,因而是一种较为抽象的概念.因此,在教学内容的编排上,首先对电容器的结构和充放电现象进行了介绍,并从“探究电容器的极板之间电势差与电容器所带电荷量大小的关系”出发,推导出电容的概念、定义和物理含义,接着利用控制变量的实验方法对平行板电容器电容的影响因素进行了定性分析,得出了其决定式.并对几种常见的电容进行了分析.另外,教材中还增加了用传感器观测

电容器充放电的方法,并对充放电过程中的电流进行了记录,从而指导学生运用图像进行电容器充放电的分析.总而言之,这节课的教学内容设置比较多,知识比较抽象,内容过渡比较迅速,如果缺少实验指导势必会给学生带来一些困难.

从全书的角度来看,本节内容放在电场强度、电势、电势差等概念之后,既有助于学生对电容器的电容有更加深入的认识,也可以帮助学生巩固已学过的知识.另外,电容器是一个重要的电学元件,了解它的充放电过程,对于以后电磁振荡、交流电流等的研究也很有帮助.

2 教学流程

如图 1 所示,本节课以 6 个课堂实验为主线.首先以金属盘充电实验为引,学生经历了触电的真实体验并带来疑惑,对本节课内容产生了浓厚学习兴趣;接着学生分组进行自制电容器实验,并在完成电容器制作后由教师组织,学生互评,这个过程中学生锻炼了交流评估、分析总结、反思的科学探究能力;紧接着的是数字化传感器实验,学生通过观察电容器充放电的实时实验图像,体会信息技术手段在教学中的应用,感受科技改变生活,增强了学生的科学态度与责任;接着是探究电容定义式与决定式的两个实验,在课堂上,学生基于已有的器材设计出实验方案并进行实验,获取数据得出最终的实验结论,再

次强化了科学探究的能力;最后的辉光起电实验中,学生充分利用本节课已学的知识,建立起物理模型并解释了实验现象,学生在此过程中感受到学有所得、学有所获、学有所用.综上,在这堂以实验探究为主线的课堂中,师生充分配合,实现了教与学的融合.

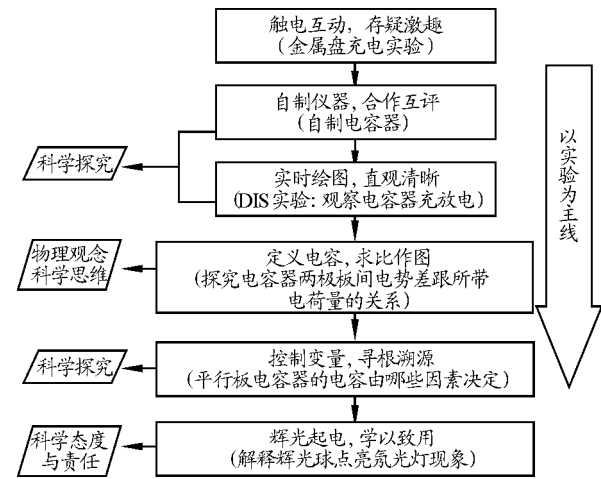


图1 教学流程图

3 教学过程设计

3.1 触电互动 存疑激趣 —— 金属盘充电实验

引入:教师展示两个金属盘和一个保鲜膜,并引导学生,“今天我要用这几样东西来让金属盘装上一个我们平常看不见摸不着的东西。”

教师通过静电感应起电器给中间夹了绝缘薄膜的金属盘(图2)充电,并邀请一名学生上台两手指接触两金属盘,学生有触电的感觉(学生陈述感觉)^[4].



图2 金属盘电容器教具

教师提问:请思考,刚刚触摸金属盘的学生感到手像是被针扎了一下,说明了什么?

学生:有电流通过了人体.
教师继续启发学生分析出金属盘中储存了电荷,并提问学生根据已有的器材分析储存电荷的元件应该具备怎样的特点.

3.2 自制仪器 合作互评 —— 自制电容器

教师总结:实际上,任何两个彼此绝缘又互相靠近的导体,都能构成一个电容器.

教师引导:有同学可能会说,原来电容器的结构这么简单,我也想要做一做.老师这边就给大家提供一些器材——金属箔、塑料绝缘膜请大家制作电容器.

(分为3组器材:第一组仅提供两片金属箔;第二组提供两片金属箔与一片硬质塑料片;第三组提供两片金属箔与一片柔软塑料片.第二组、第三组特意提供面积比塑料片要大的金属箔)

学生动手制作:第一组的学生发现没有发绝缘介质,自然想到利用空气作为绝缘介质,故将两金属箔上下分开一定距离;第二组、第三组的学生发现金属箔面积比塑料片要大,由此想到两个金属箔片直接夹住绝缘塑料片,发现四周边缘两金属箔直接接触,所以想到折叠金属箔,使之面积比绝缘塑料片小,来达到使两块导体完全绝缘的目的;此外第三组学生可能会想到用柔软塑料片卷起来,达到提高空间利用率的作用.

学生动手制作完成后,将自制的电容器在全班展示并让学生进行分析、评价以及对自己作品的反思.

教师总结:将两个平行金属板中间加上绝缘物质,就构成了最简单的一种电容器,我们把它叫做平行板电容器.这两个金属板叫做电容器的极板,中间的绝缘物质也称为电介质,空气也是一种电介质.电容器的电路符号和它的结构是不是非常相似呢?那么这样的容器是怎么装进和倒出电荷的呢?让我们一起来观察一下电容器的充电和放电过程吧.

3.3 实时绘图 直观清晰 —— DIS 实验:观察电容器充放电

教师提问:请同学们先观察实验电路图,想一想开关先后接1和2的时候会看到什么现象呢?观察实验,验证你的猜想.

实验操作:将两节干电池、电阻、电容器、数字电压表、灵敏电流计以及单刀双掷开关组装成实验电路.当电路图(图3)中电流向右通过电流表时,灵敏电流计的指针也将向右发生偏转.请学生观察实验现象.

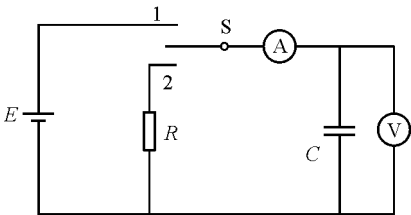
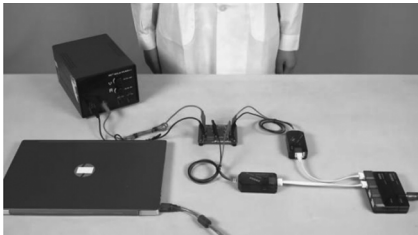


图3 电容器充放电电路图

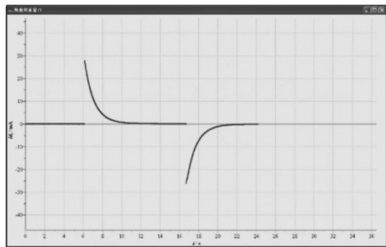
学生在实验中发现:当开关接 1 的时候,两极板间的电势差会迅速增大,直到稳定在某一个数值,说明电容器两极板间的电场在逐渐增强,极板上的电荷量在逐渐增多,这就是电容器的充电过程.通过电流表的电流是向右的,说明回路中的自由电子发生了逆时针方向的定向移动,与电源正极相连的极板因为缺少了电子而带上了正电,而另一个极板则带上了等量的负电荷,电容器的两个极板所带的是等量的异号电荷.我们就把其中某个板所带电荷量的绝对值叫做电容器所带的电荷量.

教师补充:在实验中我们还发现,随着两极板间电势差的增大,电流在逐渐减小,直到两极板间的电势差增大到与电源两端相同的时候,回路中的自由电子就不再受静电力的作用而定向移动.充电电流也减小为零.现在请同学们想一想,在这个过程中,能量发生了怎样的转化呢?你是不是已经想到了在充电过程中,不仅装进了电荷,还在两极板之间建立起了电场,相应地就储存了电势能.来自电源的能量源源不断地储存在电容器中.

教师:那么开关接 2 时,电荷量、电场电势能又发生了什么样的变化呢?当开关接 2 时,电容器的两个极板通过电阻连接到了在一起,正负电荷要发生中和放电,电流将从电势高的正极板流到负极板,通过电流表的电流方向是向左的,在这个过程中,随着电荷量的减少,两极板之间的电场会逐渐减弱,电势差会逐渐减小,相应的放电电流也逐渐减小.当两极板间的电势差减小为零的时候,放电电流也减小为零,放电结束.那么电容器储存的电势能到哪里去了呢?这里通过电流做功就转化成了其他形式的能,主要是 R 上产生的焦耳热,将电流表和电压表换成相应的传感器,如图 4(a) 所示,利用计算机采集数据我们能更好地看见电流和电势差的动态变化过程.让学生观察图 4(b) 所示电流随时间的变化图像.



(a)DIS 实验装置图



(b)DIS 电容器充放电 $I-t$ 图

图 4 DIS 实验图

3.4 定义电容 求比作图 —— 探究电容器两极板间电势差跟所带电荷量的关系

教师引导:现在我们已经认识了电容器的构造,也观察了它的充电和放电过程.那么一个电容器究竟能装多少电荷?会与什么有关呢?请同学猜想可能的影响因素会有哪些.

学生基于此前的实验会发现随着两极板间电势差的增大,电荷量也会增多,所以接下来就去探究平行板电容器两极板间的电势差跟所带电荷量的关系.

教师:利用传感器采集的数据可以实现电势差和电荷量的测量.充电结束后,电压传感器的读数就是此时两极板间的电势差,而电流的图像与时间轴围成的面积就是充电结束后电容器所带的电荷量 Q (此部分知识可先介绍给学生,在以后学习电路知识时再去补充),在实验中改变电源,可以改变充电结束后两极板间的电势差,分别用 1~6 节干电池进行实验时可获得一组数据,如表 1 所示.

表 1 探究 $Q-U$ 关系的实验数据

次数	电势差 /V	电荷量 /mC
1	1.49	6.95
2	2.86	13.64
3	4.43	20.38
4	5.84	26.36
5	7.36	34.41
6	8.93	41.84

根据实验数据作 $Q-U$ 图如图 5 所示.利用图像我们能更好地看到 Q 和 U 之间的关系. $Q-U$ 图是一个过原点的直线,说明 Q 与 U 之比,也就是图线的斜率是一个常量.由此得出电容 C 的定义式^[5].

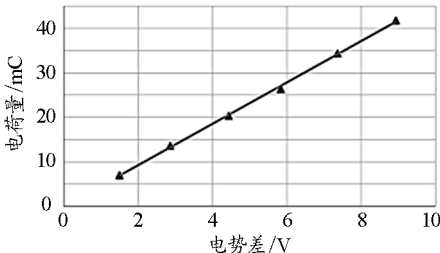


图5 探究 $Q-U$ 关系的图像

3.5 控制变量 寻根溯源 —— 探究平行板电容器的电容由哪些因素决定

教师引导:现在我们知道了电容器的电容与其电荷量及电势差无关,而电容 C 与自身的因素有关,那么由自身的哪些因素决定呢? 平行板电容器是最简单、也是最基本的电容器,所有电容器都是平行板电容器的变形,所以我们先来研究影响平行板电容器电容的因素。

学生猜想平行板电容器的电容大小可能与两极板正对面积、绝缘电介质、两极板间距离有关,并得出应利用控制变量法来进行探究,并分析得出电容大小的测量可转化为利用电势差计来测量两极板的电势差来获得。

实验过程:连接实验图,用控制变量法,分别改变以上 3 个量,观察指针张角的变化,如图 6 所示。

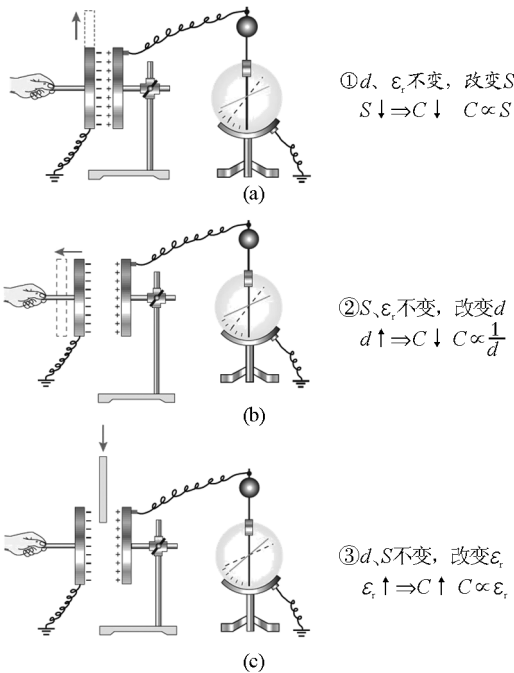


图6 探究平行板电容器的电容影响因素的实验装置

实验结果:在误差允许范围内,电容与板间距成反比,与正对面积成正比。

学生通过实验得出平行板电容器的决定式

$$C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$$

3.6 辉光起电 学以致用 —— 解释辉光球点亮氖光灯现象

教师手持氖管的一极,从较远处向辉光球方向移动,接近到一定距离时,可见氖光灯起辉(图 7),可让学生根据本节课所学内容进行简单的解释。

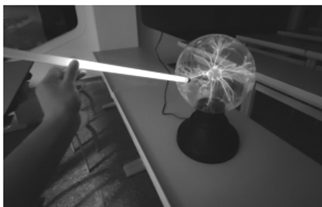


图7 辉光球发电演示仪

学生经过分析辉光球与氖光灯的位置关系可分析得出:辉光球与氖光灯均为导体,中间有绝缘介质空气形成了电容器,在氖光灯的两端形成电势差从而使氖光灯发光^[6]。

4 教学反思

本节以实验探究为主线的“电容器的电容”教学实践课例立足“双新”课改的基本要求,让学生在真实的学习情景中去进行科学探究,从而实现科学思维的突破,并潜移默化地培养了学生的科学态度与责任,与传统的传授式、知识点为主线的教学法相比明显更有优势.最后希望本节课例能够在双新课改的大浪潮下,给一线的中学物理教师在实验为主线的课堂教学中以启发。

参考文献

[1] 赵长林. 普通高中物理新课标的新理念新变化[J]. 课程教学研究, 2019(5): 61-67.

[2] 叶小耀. 赓续优秀文化 创新育人生态 —— 用“诗经+”文化助推“双新”改革的思考与实践[J]. 河南教育(基础教育), 2022(9): 21-22.

[3] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版 2020年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.

[4] 陈栋梁. 回归“现象”意义的教学设计案例 —— 以“电容器的电容”教学为例[J]. 物理教师, 2021, 42(1): 16-20.

[5] 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. 普通高中教科书物理 必修(第三册)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.

[6] 杨晓梅, 韩薇. 基于 STEM 理念的综合实践活动教学设计 —— 以“电容器的电容”为例[J]. 物理教师, 2022, 43(3): 19-21, 34.