

以实验探究为主线 促进教学目标落实

——记“电容器的电容”一节公开课

李红伟

(江西省全南中学 江西 赣州 341800)

(收稿日期:2016-05-22)

摘要:以“电容器的电容”公开课为例,谈谈如何以实验探究为主线设计教学过程,从而达到促进教学目标有效落实的目的.

关键词:实验探究 教学目标 有效性

物理学是一门以实验为基础的科学.在中学物理教学中,教师要针对学生的疑难与困惑,想方设法构思实验展示方式,还物理学科本来面目,突出重点,突破难点,帮助学生深刻理解物理规律的本质,从而提高物理课堂教学的有效性.下面以“电容器的电容”公开课为例,谈谈如何以实验探究为课堂教学主线,从而达到促进教学目标落实的目的.

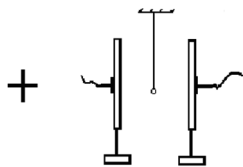
“电容器的电容”一节是对前面所学静电学知识的综合应用,也是为后面学习带电粒子在匀强电场的运动等内容打下基础,因此本节在本章起到承上启下的作用.电容概念的建立、决定平行板电容器电容大小的因素是本节的教学重点,电容概念的理解及电容器的充放电过程是本节的教学难点.

片段一:引入课题,探究电容器储存电荷的特性

师:图1(a)是一台起电机,图1(b)是两块装修吊顶用的铝扣板.将起电机的两放电小球分别与两铝板相连,转动起电机手柄,请同学们观察铝板间悬挂的小绒球有什么现象发生?现象说明了什么?



(a)起电机



(b)铝扣板

图1

生:小绒球会摆动,因带电体有吸引轻小物体的特性,说明铝板带了电.

师:回答得非常好,转动起电机手柄,圆盘铝片与电刷铜丝摩擦,使两放电小球带上异号电荷.

师:这是家庭用的节能灯,老师现在将铝板与起电机放电小球连接断开,把节能灯与两铝板连接,同学们注意观察有什么现象发生?现象说明什么问题?

生:节能灯闪亮一下,说明有电流流过节能灯,有电流就必须有电源,两块铝板相当于“电源”.

师:回答得很好,这两块铝板实际就构成了一个最简单的电容器,上面实验说明了电容器具有储存电荷的特性.

评析:用取材简单方便的两块铝扣板制作成一个电容器,让学生认识到电容器的结构是如此简单,电容器的制作原来如此容易.带电体能吸引轻小物体,用轻小物体来证明电容器带电;接通节能灯使灯闪亮了一下,进一步证实电容器能够储存电荷,吸引了学生注意力,激发了学生的求知欲.实验设计充分考虑到了学生认识发展水平,体现了创新意识及创新思维,彰显了“从生活走向科学,从科学走向生活”的现代教育理念.

片段二:探究电容器的充放电过程

师:如图2所示,这是一块演示板,主要由电源、电容器、2只发光二极管、单刀双掷开关组成.当电流从发光二极管正极流入时会发光,反之不发光.将电路连好,注意观察,当单刀双掷开关拨接至“1”位置,你们看到了什么现象?现象说明了什么?

生:发光二极管**b**不亮,**a**变亮后逐渐变暗,最后

熄灭.现象说明充电电流方向为顺时针方向,电流逐渐减小至零.

师:现在将单刀双掷开关拨接至“2”位置,观察到什么现象?现象说明了什么问题?

生:发光二极管 a 不亮, b 变亮后逐渐变暗,最后熄灭.现象说明电容器放电电流方向为逆时针方向,电流逐渐减小至零.

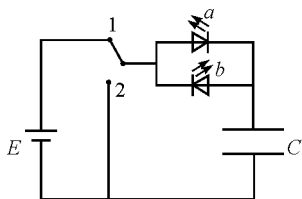


图2 电容器充放电演示板

评析:电容器的充放电过程是电容器工作的主要形式,也是本节教学难点之一.教材对电容器的充放电过程叙述比较简单,加上内容抽象,电荷的微观运动无法演示,学生接受起来显得非常困难.为解决这个问题,实验通过两个发光二极管,让学生直观地感受到电容器充放电电流的方向及电流大小变化情况,使学生对电容器的认识更具体,更丰富.

片段三:探究电容器储存电荷量与电势差关系

师:电容器充电后两极板带有电荷,同时存在电势差.电容器储存的电荷量与电势差之间有何关系,我们是否可以设计实验来探究这个关系?

生:可以.只要测量出两极板间的电势差和电荷量,分析数据就可以得出电容器电荷量与电势差之间的关系.

师:怎样测量两极板间的电势差,极板所带的电荷量呢?

生:电势差可以用电压表测量,但测量电荷量.....

师:对,电势差可以用电压表测量,我们这里实验可以用数字万用表中的电压挡进行测量,但电荷量大小要直接测量是比较困难的,(老师稍稍停顿片刻),我们能否用其他方法来解决这个问题.法国物理学家库仑在研究电荷之间相互作用大小时,同样碰到了电荷量不易测量的问题,他是怎样解决这个问题的?

生:库仑是利用两个完全相同的导体小球,一个

带电,一个不带电,两球相互接触后,两小球所带电荷量相等.

师:对,库仑利用“二分法”解决了这个难题.以此类推,两个完全相同的电容器,一个带电,一个不带电,让它们相互接触后,两电容器所带电荷量相等.

师:为使实验操作更方便,现象更直观,老师在每组桌面上都准备了一块演示板,板上5个电容器是相同的.同学们按如图3所示连接电路进行实验,探究电容器储存电荷量与电势差关系,记录数据填入表1中.(学生进行实验)

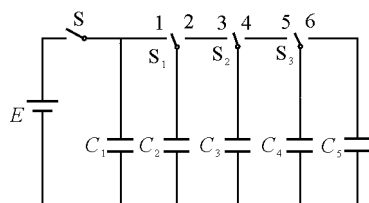


图3 探究电容器储存电荷量与电压关系电路

表1 数据记录表格

电容器	C_1	C_2	C_3	C_4
电荷量				
电压				

师:各组同学都已基本完成了实验,下面请第2小组同学推荐一名同学来叙述一下你们的实验操作过程?

生:第一步先闭合 S ,电源对 C_1 充电,设所带电荷量为 Q ;第二步断开 S ,单刀双掷开关 S_1 接 1, C_1 和 C_2 所带电荷量应该均为 $\frac{Q}{2}$;第三步 S_1 接 2, S_2 接 3, C_2 和 C_3 所带电荷量应该均为 $\frac{Q}{4}$;第四步 S_2 接 4, S_3 接 5, C_3 和 C_4 所带电荷量应该均为 $\frac{Q}{8}$;第五步 S_3 接 6, C_4 和 C_5 所带电荷量应该均为 $\frac{Q}{16}$;第六步,用数字万用表电压挡直接测出电容器 C_1, C_2, C_3, C_4 两极间电压.

师:非常好,那么你们从记录的实验数据进行分析,可以得出什么结论?

生: Q 与 U 的比值为一个常数.

评析:教学过程中推导得出电容定义式的是本

节的重点,也是难点,以往教学设计大多是类比蓄水池的方法告诉学生电容器所带电荷量 Q 与电压 U 成正比;或者通过放电产生火花强弱、小灯泡的亮度情况等来定性说明电容器储存电荷量的多少,不足以得出电荷量 Q 与电压 U 成正比的结论;同时由于推理的严谨性问题,必会扰乱学生对电容概念的理解.本实验设计巧妙地利用“库仑二分法”使电容器电荷量这个很难测量的物理量问题得到解决,实现了定量地进行探究电容器储存电荷量与电势差关系,实验操作简单易行,科学严谨,效果明显,学生容易理解,充分达到了突破教学难点的作用.

片段四:探究不同电容器的电容大小

师:刚才利用“库仑二分法”解决了电容器电荷量这个较难测量的物理量问题,实际上我们可以使用电子钟来半定量测出电容器放电电荷量的大小.让电容器放电电流驱动石英钟指针转动,指针转动的格数对应是电流驱动时间,通过格数的多少可以半定量地反映电容器储存电荷量的多少.

师:按如图4所示,将演示板连接好电路,将单刀双掷开关拨向“1”位置, S_1 和 S_2 闭合,则电源同时对 C_1 与 C_2 两电容器充电,请问充电过程中两电容器中的哪个物理量相同?

生:两极板电势差相同.

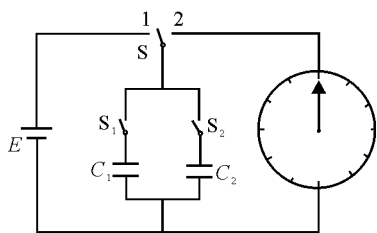


图4 探究电容器电容大小的电路

师:非常正确.现在断开 S_2 ,将单刀双掷开关拨向“2”位置,电容器 C_1 通过石英钟进行放电;断开 S_1 ,闭合 S_2 ,电容器 C_2 通过石英钟进行放电.分别记录指针转动的格数填入表2中.(边说边演示,学生记录数据)

表2 记录指针转动格数

电容器/ μF	1 000	500
指针转动的格数		

师:分析观察到的实验数据,可以得出什么结论?

生:不同电容器充电电压相同,但放电时石英钟指针转动的格数一般不同;

说明不同电容器储存电荷的本领一般不同,即电容一般不同.

评析:实验设计运用控制变量法,对不同电容器在相同电压,储存电荷量的多少进行半定量探究,得出不同电容器电容一般不同的结论,使电容这一抽象概念变得具体直观,学生易于理解和接受,进一步加深了学生对教学难点电容概念的理解,学生的抽象思维能力和创新能力也得到了培养和提高.

片段五:探究决定平行板电容器电容大小的因素

师:根据电容器电容定义式 $C = \frac{Q}{U}$,能否认为电容器电容与电荷量成正比,与电势差成反比?

生:不能,因为电容器电容大小是由电容器本身所决定.

师:电容器电容与极板两端电压和所带电荷量无关,是什么因素决定电容器电容大小呢?接下来,我们以平行板电容器为例进行研究,大家可以根据平行板电容器结构猜想一下决定平行板电容器的因素有哪些?

生:两极板的距离,正对面积,极板间的介质材料……

师:我们现在要探究平行板电容器电容大小与以上猜想的多个因素之间的关系时,应采用什么实验方法?

生:控制变量法.

师:对,我们可以用控制变量法来探究决定平行板电容器电容大小的因素.在桌面上有两块用铝扣板做成平行板电容器,数字电容表等仪器(如图5所示)和陶瓷片、玻璃板等电介质.

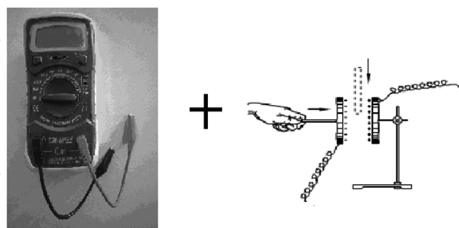


图5 探究影响平行板电容器电容的因素

请同学们设计方案完成以下实验:

- (1) 两极板正对面积 S 不变, 距离 d 变化;
- (2) 两极板距离 d 不变, 正对面积 S 变化;
- (3) 两极板正对面积 S 、距离 d 均不变, 插入电介质.

学生将实验所得有关数据、结论填入表 3 中.

表 3 实验数据

设计方案	S 不变 d 变化			d 不变 S 变化			插入电介质	
	d	$\frac{d}{2}$	$\frac{d}{4}$	S	$\frac{S}{2}$	$\frac{S}{4}$	陶瓷片	琉璃板
电容变化								
结论								

评析: 决定平行板电容器电容大小的因素是本节教学内容的又一重点. 课本给出的演示实验是间接推导电容与各种因素的关系, 这个实验不直观, 推导能力要求较强, 难于让学生形成深刻的印象, 不符合高中学生的认识水平与逻辑发展水平; 同时这个演示实验所花时间较长, 容易受天气等因素影响导致实验不成功; 且只能定性得出结论. 而本实验设计应用新仪器数字电容表直接测量平行板电容器电容, 对电容大小决定因素进行定量研究, 不受天气影响, 操作简单, 现象明显, 学生容易接受理解.

片段六: 测量人体电容器电容大小, 结束新课

师: 刚才探究了决定平行板电容器电容大小的因素, 实际上相互绝缘的任何两导体都能构成电容器. 下面我们一起来探究一种特殊电容器——“人体电容器”电容的大小.

(1) 20 位同学手拉手分两排组成一电容器, 用数字电容表测量电容大小;

(2) 减小两排学生间的距离, 测量电容大小;

(3) 减少两排学生人数, 测量电容大小.

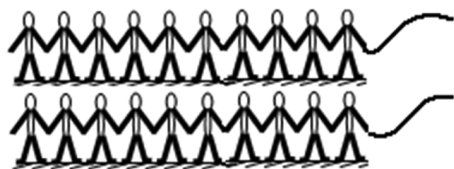


图 6 测量人体电容器电量大小的示意图

学生将实验所得有关数据、结论填入表 4 中.

师: 同学们从实验结果分析, 可以得出什么结论?

(学生实验)

师: 从实验结果分析, 可以得出什么结论?

生: 当两铝板距离减小, 电容表测出电容器电容的数值变大; 当两极板正对面积减小, 电容值变小; 在两极板之间插入电介质, 电容值变大.

生: 增大两排学生间的距离, 数字电容表测量出“人体电容器”的电容变小; 减小两排学生间的距离, 电容变大; 减少两排学生人数, 电容变小.

表 4 实验数据和结论

电容	(1)	(2)	(3)
电容变化			
结论			

评析: 本实验设计通过两排学生间距的变化, 人数的变化, 加深了对平行板电容器的电容大小决定因素的理解; 同时通过测量“人体电容器”电容, 让学生感受电容器电容存在的普遍性, 激发了学生学习兴趣, 课堂教学在结束时达到高潮, 学生课后回味无穷. 关注生活, 从生活中挖掘物理教学素材, 以实验的形式呈现给学生, 让学生感受到物理是有用的, 学习物理是有现实意义的.

本节公开课以实验探究为主线, 6 个教学片段将整堂课串接在一起, 可以说思路清晰, 环环相扣, 即突出了教学的重点, 又突破了教学的难点, 学生在学习体验探究的过程, 在探究中获得了知识、培养了能力, 从而最终达成本节课教学目标的有效落实.

参考文献

- 1 邢红军. 高中物理高端备课. 北京: 中国科学技术出版社, 2014. 72 ~ 76
- 2 王永元. 王永元的中学物理教学主张. 北京: 中国轻工业出版社, 2015. 139 ~ 161
- 3 李红伟. 创新实验设计 促进有效教学. 中学物理教学参考, 2012(4): 18