

物理实验设计与创新能力的培养

刘 诚 杰

(宝鸡文理学院物理系 陕西 721007)

一、指导学生进行物理实验设计是培养学生创新能力的有效途径

科学技术的高速发展对人才的创新能力提出了更高的要求,加强对学生的创新能力培养是教学改革的首要任务。深化教学改革,彻底改变“高分低能”的教学模式,探索培养学生创新能力的正确方法和有效途径,这是时代赋予我们每个教师义不容辞、刻不容缓的责任和义务。

物理学家之所以有所发现、有所创新,就是由于他们把握住了探索物理规律的正确方法和有效途径。我们要从物理学家采用过的有效科学方法和成功之路取得借鉴。

伽利略设计理想斜面实验,运用抽象思维、数学推导和科学实验相结合的方法,否定了亚里士多德的“重物比轻物落得快”的错误观点,从而建立了自由落体定律;法拉第设计电磁实验,经过10年实验研究与分析,找到了磁生电的条件,从而发现了电磁感应定律;爱迪生在发明电灯的过程中设计实验,对1000多种材料进行了实验研究,终于找到了制作灯丝的最佳材料——钨丝;焦耳从事热功当量实验设计与研究30多年,为热和功的相当性提供了可靠的依据,为能量守恒与转化定律的确立奠定了牢固的实验基础。纵观物理学史,不难看出,物理学领域内的各种发明创造都离不开物理实验设计。

二、改进原有实验、开设新实验都是培养学生创新能力的有效方法

物理教学对演示实验的基本要求是:(1)现象清楚,即可见度大,清晰度好;(2)简易方便,即仪器结构简单,操作简单,推理、解说简便;(3)确保演示成功;(4)直观、简明、生动有趣。然而,物理课本中有很多实验难以满足上述基本要求,有的物理概念与规律至今还没有演示实验,直接影响着物理教学的效果。教师若能提出物理实验教学中所存在的这些问题,指导学生像物理学家那样,进行模拟式的科研活动,对物理课本中不满足上述基本要求的物理实验进行分析、研究与改进,重新设计实验方案;或者根据教学的目的和要求,开设新实验,这对培养他们的创新能力都是非常有效的。

(一) 分析存在的问题,改进原有实验

高中物理课本中用两个实验电路演示自感现象。一个电路演示电路接通时的自感现象(简称通电实验);另一个电路演示电路切断时的自感现象(简称断电实验)。做完实验后,学生常常向教师提出这样的问题:为什么要

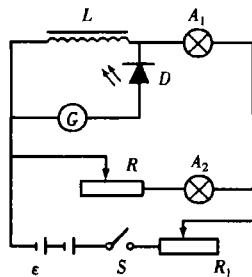


图 1

用两个实验电路来演示自感现象?用通电实验电路为什么不能演示断电时的自感现象?这就是自感演示实验中的不足之处——实验不简易方便。著名物理学家麦克斯韦曾经说过:“一项演示实验,使用的材料越简单,学生越熟悉,就越想透彻地获得所验证的结果。”那么,能否用一个实验电路来演示电路接通与断开时的自感现象呢?提出简化实验电路的问题后,教师可以引导学生分析实验原理:当电路接通时,穿过电感线圈的磁通量是增加的,根据法拉第电磁感应定律和楞次定律,线圈中所产生的自感电动势的方向与原电流的方向相反;同理,当电路切断时,线圈中所产生的自感电动势的方向与原电流的方向相同。明确了实验原理之后,笔者启发学生设计了一个如图1所示的实验电路,其中D为发光二极管(1.8—3.0V),G为微安表(0—100 μ A),A₁、A₂为规格相同的两个小灯泡(2.5V,0.3A)。当电路接通时,可以看到灯泡A₂先亮,A₁后亮,微安表指针不动,发光二极管不亮。当电路断开时,两个灯泡同时熄灭,微安表指针摆过一个较大的角度,发光二极管一闪亮,然后熄灭。用一个实验电路既演示了通电实验,又演示了断电实验,从而简化了实验电路,培养了学生的创新能力。

(二) 根据教学目的开设新实验

有些物理概念与规律,由于课本中没有演示实验,致使学生很难理解。例如,电容器充、放电过程中,电路中有电流,且方向不同。很多学生对此有怀疑:电容器两极板是断开的,没有构成闭合回路,电路中怎么会有电流?由于受电阻串、并联定势思维

现代物理知识

的影响,学生对两个电容串联后其电容值减小、两个电容并联后其电容值增大也感到难以接受。教师可以把开设新实验,克服教学难点的任务交给学生,并向学生指出解决问题的基本思路,鼓励他们独立思考,动手、动脑,设计一个实验方案,并自制实验教具,来检验所设计的实验方案能否取得满意的演示效果。独立思考是形成创新思维能力的前提和条件。手、脑并用,反复试验和实践,寻求解决新问题的具体方案,是培养创新能力的关键。在作者的启发指导下,学生终于设计出了如图 2 所示的实验电路。其中 D_1 、 D_2 为两个能够发光的彩色二极管。

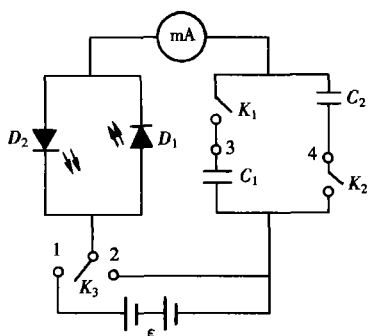


图 2

闭合开关 K_1 , 断开 K_2 , 将 K_3 与 1 接触, 给电容 C_1 充电, 可以看到 D_1 二极管发出明亮的绿光后又逐渐暗下来, 最后熄灭, D_2 二极管不发光, 毫安表指针向右偏转。将 K_3 与 2 接触, 演示 C_1 放电过程, 可以看到 D_2 二极管发出明亮的红光后又逐渐暗下来, 最后熄灭, D_1 二极管不发光, 毫安表指针向左偏转。二极管的单向导电性演示了电容器充、放电过程的电流方向是不相同的, 红、绿彩色二极管分别发出不同颜色的光, 把电信号转变为光信号, 生动、直观、显明, 有利于观察和比较, 学生对电容器充、放电过程有电流且方向不同就深信不疑。

用带有两个香蕉插头的导线将 3、4 两点接通, K_1 、 K_2 断开, 此时 C_1 和 C_2 是串联的。将 K_3 分别与 1 和 2 接触时, D_1 和 D_2 先后发出微弱的绿光和红光, 电流表指针偏转角度较小, 从而说明了两个电容串联后, 总电容减小。

取掉连结导线, 闭合 K_1 、 K_2 , 此时 C_1 和 C_2 是并联的。将 K_3 分别与 1 和 2 接触时, D_1 和 D_2 先后发出非常明亮的绿光和红光, 电流表指针偏转角度很大, 从而说明了两个电容并联后, 总电容增大。

该实验生动、直观、简易方便, 可见度大, 能引起

学生浓厚的兴趣。

三、在高师物理学专业学生中开展物理实验研究与设计技能训练是培养高素质物理教师的关键

素质教育呼唤高素质的教师, 创新精神和创新能力的培养是素质教育的核心。名师出高徒, 要培养出高素质的人才, 首先必须要要有高素质的教师, 素质教育对教师自身的素质提出了更高的要求。如何通过深化教学改革, 培养出高素质的中学物理教师, 显然是高师物理学专业急待解决的问题。

现行中学物理教学中, 有很多物理实验难以满足物理教学对它们的基本要求, 有些实验现象不清楚, 有些实验教具不简便, 有些实验很难成功, 有些实验设计思想和方法不尽完善, 还有很多的物理现象无实验演示。这就是中学物理教学中所存在的具体问题。只有在高师物理学专业学生中开展物理实验研究与设计技能训练, 引导学生解决这些问题, 才能培养他们的动手能力、物理实验研究与设计能力以及创新精神和创新能力。

为了彻底改变“高分低能”的教学模式, 培养师范生的创新精神和创新能力, 达到培养高素质中学物理教师的目的, 我们在物理学专业四年级学生中开设了《中学物理实验研究与设计》限定选修课。在这门选修课中, 我们选择了中学物理教学中那些演示效果不明显、存在问题较多的演示实验为例, 指导师范生运用自己所学过的普通物理和高等数学及相关教育理论研究做好物理实验的关键, 分析实验原理和方案, 研究实验装置和器材, 分析误差产生的原因, 明确提高演示效果的途径。根据理论分析的结果研制实验教具, 改进原有实验, 或者设计新的实验, 并自制实验教具, 经实践检验, 能取得满意效果。然后指导学生将实验研究的结果写成论文, 进行交流和推广, 达到互相学习和共同提高的目的, 从而也就掌握了物理实验研究与设计的一般方法, 明确了实验研究与设计的基本思路。几年来, 我们指导学生研制物理实验教具 16 件, 受到学院奖励。

在物理实验设计的过程中, 师范生扮演了“小科学家”的身份, 模拟了物理学家的成功之路。这一过程充分体现了以学生为主体、以开发智力、培养能力为重点的现代教育观点。在模拟中取得了成功, 成功的喜悦更激发了他们创新的兴趣, 兴趣则是成才的起点。强化物理实验研究与设计技能训练的教学实践表明: 物理实验设计是培养学生创新能力的有效途径, 是培养高素质物理教师的关键。