

如何做好静电实验

◆袁程

(重庆市南川中学校)

静电演示实验是物理教师感到最难做的物理实验之一,有时在实验准备时能做成功,一上台就莫名其妙地不灵了。因此,一些老师很怕做静电演示实验,特别是在天气不好的阴雨天气。影响静电实验成败的因素颇多,仪器、材料、天气、操作、清洁等。讨论这些因素作用,对每一实验方法及仪器结构和原理解释,不能在具体的实验条件下发现问题的症结,这时采取有效措施使实验得以成功。

一、静电仪器结构原理

要正确有效地使用仪器,使用者对仪器的结构、原理必须有正确的理解。现行课本中静电仪器主要是验电器。验电器的结构不复杂,原理也不难理解,但也有不少人对它缺乏真正理解。例如,在怀疑验电器漏电时,常常有人会将绝缘块垫在验电器的底座下面,以为电荷是从底座漏到地上了。实际上,这样做对防止验电器漏电是一点作用也没有的。这是因为验电器之所以能检验电荷是因为导电杆和可以转动的指针是连通的,当导电杆带电后,指针也会带同种性质的电荷。同种电荷之间相互排斥而使指针偏转一定的角度,从而反应出带电情况。验电器的漏电实际上是导电杆上的电荷漏至验电器的外壳,而外壳连底座是可以接地的,把底座和地绝缘开并不能阻止导电杆的电荷漏到外壳上来,则将极大地影响验电器的偏转。因为在静电平衡时,导体的电荷只分布于其外表面。在导电杆与外壳导通的情况下,导电杆、指针及外壳成为一个导体,而指针及导电杆的壳内部分处于整个导体内部,将得不到电荷,指针因此不会产生偏转,在验电器底座下加上绝缘座也只能完全是徒劳的。因此,防止这类验电器漏电的正确方法是设法保持导电杆和外壳之间的高度绝缘。

二、静电的特点及其所导致的漏电问题

静电即相对静止不动的电荷,通常指因不同物体之间相互摩擦而产生的在物体表面所带的正负电荷。

当一个物体带有一定量的正电荷或负电荷时,可以称其带静电,静电是一种相对的称谓。因为在许多情况下,静电经过一段时间会慢慢减少,这段时间的长段与物体的电阻有关。实际应用中的两个极端的例子是塑料和金属,一般来说,塑料的电阻非常高,因此塑料能长时间保持静电,而金属的电阻低,接地的金属带电时间极短。静电通常用伏特表示,虽然220伏交流电源是危险的,但100kV的静电是很普通的。物体中的电压由两个因素决定:物体的带电量 and 物体的电容。可以用简单的关系式表示,即 $Q=CV$,其中 Q 代表电量, V 代表电压, C 代表物体的电容。如果给定物体的电量,那么电容越低,则电压越高,反之亦然。塑料一般来说电容非常低,因此,很少的电量就可以产生很高的电压。相反,金属的电容非常高,因此较多的电量只产生较低的电压。这就是在实际应用中,使用塑料产生的静电问题更加令人重视的原因,高电压会吸引尘土,导致操作员受点击或导致物体现状改变。

静电的高电压、微电量使得静电电荷很容易漏,且常常是一漏就光。这种情况在天气潮湿时尤为突出,为什么会这样呢?人们自然会想到潮湿的空气绝缘性差,静电电荷自然容易通过暴露于空气中的带电部分而漏掉。这就使不少老师只有在空气干燥时才敢在课堂上做静电演示实验。实际上这是没有把握漏电的关键所致,因为常见的漏电实际上主要是由于材料的绝缘性能不好引起的。这里特别要指出的是,对于静电来说,在低压情况下我们熟悉的不少绝缘体,如硬纸板、干木棒、塑料电线甚至玻璃棒、橡胶棒都是不可靠的绝缘体。在空气潮湿、材料老化变性或表面不甚清洁时更是如此。课本中介绍的用丝绸摩擦玻璃棒和用毛皮摩擦橡胶棒的起电方法之所以效果不佳,原因不是用这些材料摩擦时不能起电,而是玻璃棒和橡胶棒不易保持住电荷。空气不够干燥时,通常被我们视为绝缘体的这些材料在静电(高压)条件下形同导体,漏电之快,出乎意料。这就是影响静电实验诸多因素中最致命的一个。

三、摩擦起电的方法

摩擦起电是课堂教学中最常用的使用方法,对它的微观处理,一般教材限于知识要求的程度只给出一个总的解释,即电是由于得失电子而带电。但对在摩擦过程中电子转移的物理解释,一些老师存在有误解,导致影响在实验中有效地使用这一方法。如有些人认为摩擦生热导致电子的转移,因而只有快速反复的摩擦才能起电。有经验的老师在不易起电时,往往易通过紧压摩擦,而不是压而紧地反复摩擦成功起电的,其中的道理就与起电机理有关。从物理过程的本质上讲,摩擦带电是一种接触带电,它是由于物体内的电子做功不同,相互紧密接触时,外层电子轨道相互重叠,导致物体的电子转移所致的。据此,相互摩擦的两种材料之间挤压得越紧,就越容易实现电子在两种材料之间的转移,而使之分别带电。

四、做好静电实验的关键

一般来说,提高静电实验的成功率,要把握以下几点:

1.绝缘材料的选择和检验:通常有机玻璃、泡沫塑料、保鲜薄膜、石蜡块、尼龙丝等都是适宜做静电实验的绝缘材料。材料表面清洁和干燥的状况对绝缘性能有很大的影响,实验前应当对绝缘材料的性能进行检验。比较简单的检验方法是:取一只验电器(或验电羽)使其带电,手拿待测绝缘体的一端,让另一端接触验电器的导杆,如果验电器的指针(或张开的验电羽)不闭合,说明待测物的绝缘性能良好。否则,在实验前应对绝缘表面进行清洁和除湿处理。

2.选择有效的起电工具和起电方法:可用高压静电起电机起电,还可以用简易的方法起电——摩擦起电和感应起电。

如果对带电量的要求不高,可以摩擦绝缘棒(如有机玻璃棒)使其带电,再将电荷传递给需带电物体。在传递电荷时,考虑到绝缘棒的电荷不是自由电荷,应当使带电棒在物体表面上移动,尽可能使带电棒的各部分表面与带电的物体接触,以传递较多的电荷。

3.注意操作要领:做静电实验必须时刻保持“绝缘意识”。例如,用导线把验电器与一带绝缘座的导体连接起来时,导线夹所夹位置尽可能离验电器的外壳,导线一定要架空,并尽可能远离桌面和其他与“地”相通的物体。又如,手持起电盘的绝缘柄时,应避免用手掌握棒,并且应远离金属板。

总之,在进行静电实验前,必须对仪器进行仔细检验,所有绝缘部分都必须采用绝缘性能良好的材料。这里特别值得一提的是使用石蜡可以起到良好的绝缘效果。因为石蜡不仅绝缘性能好,防潮性能更佳。使用时可将蜡熔化在物体部分表面,或用蜡块作为对地绝缘的垫块,使实验获得较好效果。

