

利用几何画板深入讨论电学实验中滑动变阻器的选择

夏少标

(江苏省六合高级中学 江苏 南京 211500)

(收稿日期:2016-03-14)

摘要:几何画板有着强大的绘图功能,在高中物理课堂上用好几何画板,有利于教学难点的突破,同时还能提高课堂效率.本文就利用几何画板突破电学实验中“滑动变阻器的选择”展开论述.

关键词:几何画板 滑动变阻器 限流 分压

规则:在电学实验中,有关控制电路滑动变阻器的选择问题,在满足安全的前提下,通常有着这样的规则:“限流接法时滑动变阻器选择最大阻值比被测电阻略大几倍或差不多大,不宜太大也不宜太小;分压接法时选择最大阻值小的,且在不超过额定电流的情况下,最大阻值越小越好.”

学生的疑惑:第一,这里的“几倍”到底是多少?第二,为什么会有这样的规定?

常见的解释:对于限流接法的选择,教师往往是定性地告诉学生,变阻器阻值太大时,被测电阻分得的阻值太小,不易测量;反之,变阻器阻值太小时,不能起到调节控制作用.

对于分压电路中选择最大阻值小的变阻器,教师往往要求学生硬性记住,也有教师会告诉学生选择最大阻值小的变阻器时,当移动滑片时,负载上的电压变化较均匀.

笔者的思考:以上做法不利于学生的理解和记忆,想要学生信服,有两种可行的方法,一是,做演示实验,通过实验说明问题;二是,可以借助于几何画板绘制在选用不同变阻器的情况下,测量电路电压

U 随变阻器滑片移动的距离 x 变化的图像,学生便一目了然了.第二种方法相比较有着省时的优点,更为广大教师教学中所接受.

1 限流解法的讨论

如图1所示,设被测电阻 R_x 分得电压为 U ,根据串并联电路规律可得

$$U = \frac{R_x U_0}{R_x + R_{AP}}$$

$$\text{设 } \frac{R_x}{R_{AB}} = k \quad \frac{R_{BP}}{R_{AB}} = x$$

则有

$$U = \frac{k}{k + (1-x)} U_0$$

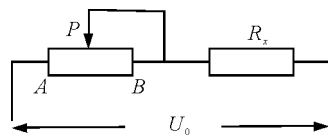


图1

利用几何画板画图像,假设 $U_0 = 5 \text{ V}$,考虑到 x 的范围为 $0 \leq x \leq 1$,公式可以改写为

4 理论分析

玻璃转盘上的物体随转盘正常转动时,受到的力有重力、支持力、静摩擦力.其中向心力由沿半径指向圆心的静摩擦力提供.

动力学方程为

$$f = \frac{mv^2}{R} = mR\omega^2$$

师:物体向外移动的原因是什么?

生:是因为转动速度太大,需要的向心力就太大,静摩擦力提供的向心力是有限的.

师:什么时候物体恰好能跟着转盘转动呢?

生:最大静摩擦力等于所需要的向心力.

师: $\mu mg = mR\omega_0^2$, ω_0 为临界角速度.等式两边质量可以消去,即与质量无关.得到

$$\mu g = R\omega_0^2$$

结论:临界角速度的平方与 μ 成正比,与转动半径 R 成反比.

$$U = \frac{k}{k + (1-x)} \times 5 \text{ V} + 0 \times \sqrt{x(1-x)} \text{ V}$$

可以用几何画板中的蚂蚁坐标系建立直角坐标系,然后新建参数 k ,最后绘制函数图像.画好图后可以改变参数 k 值,比较图像,如图 2 所示.

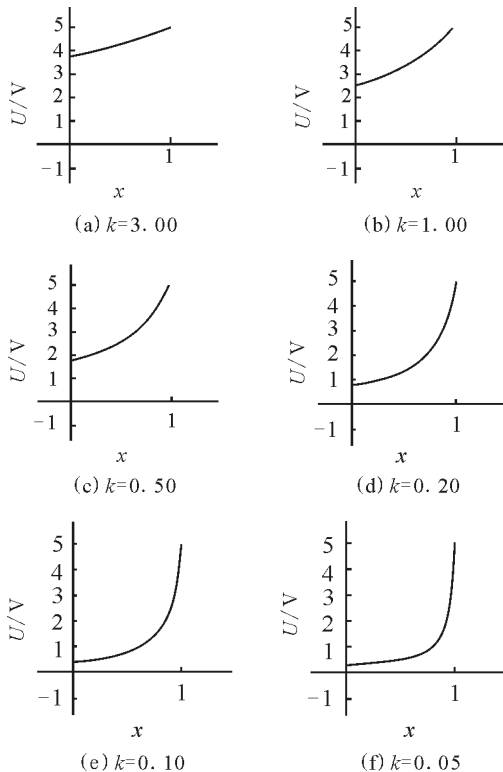


图 2

由图像对比,不难发现当 k 值较大时,即变阻器最大阻值太小,被测电阻电压的调节范围太小;当 k 值较小时,即变阻器最大阻值太大,又极其不便于操作,开始电压变化太慢,到最后电压又变化太快.通过对比分析,不难理解限流接法时控制电路滑动变阻器应如何选择.应选择最大阻值为被测电阻 2~5 倍的变阻器最合适,电压的变化范围比较大,同时电压随移动距离趋于线性变化.

2 分压接法的讨论

如图 3 所示,设被测电阻 R_x 分得电压为 U ,根据串并联电路规律可得

$$U = \frac{U_0}{R_{AP} + \frac{R_{BP}R_x}{R_{BP} + R_x}} \times \frac{R_{BP}R_x}{R_{BP} + R_x}$$

$$U = \frac{U_0 R_{BP} R_x}{R_{AP} R_{BP} + R_{AB} R_x}$$

设 $\frac{R_x}{R_{AB}} = k \quad \frac{R_{BP}}{R_{AB}} = x$

则有

$$U = \frac{kx}{x(1-x) + k} U_0$$

利用几何画板画图像,假设 $U_0 = 5 \text{ V}$,考虑到 x 的范围为 $0 \leq x \leq 1$,公式可以改写为

$$U = \frac{kx}{x(1-x) + k} \times 5 \text{ V} + 0 \times \sqrt{x(1-x)} \text{ V}$$

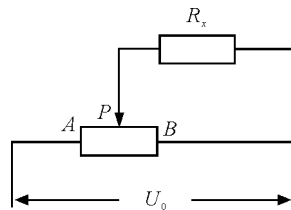


图 3

同样利用几何画板画图,并改变参数,可画出如图 4 所示图像.

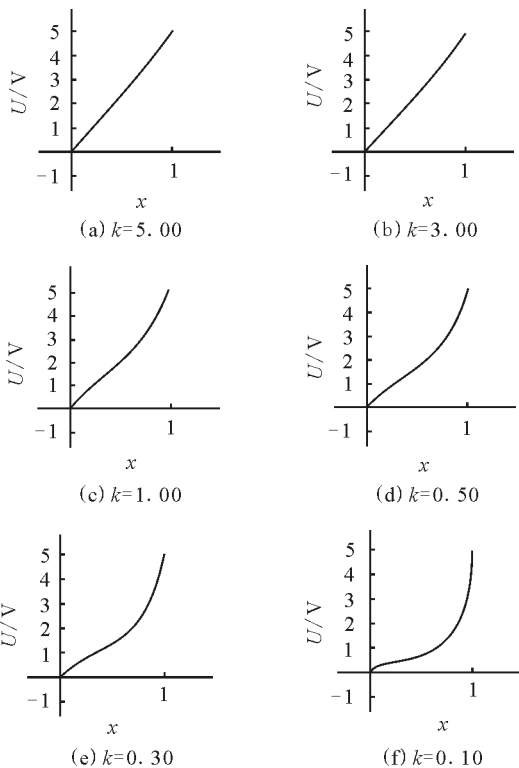


图 4

通过图像对比,不难发现 k 值越大,即滑动变阻器的最大阻值越小,图像越接近线性,操作越方便.不过变阻器的最大阻值越小,通过的电流也会越大,故分压电路应在满足安全的前提下,选择最大阻值小的变阻器.

参考文献

1 缙秀琴.几何画板在高中物理教学中的应用.物理教学讨论,2013(6):51