

基于 GeoGebra 软件定制物理工具突破滑动变阻器选择教学难点

王烨丽

(无锡市第三高级中学 江苏 无锡 214028)

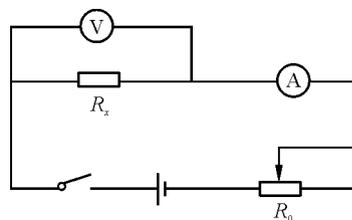
(收稿日期:2022-07-15)

摘要:应用现代信息技术开展虚拟实验能够帮助课堂突破教学难点,优化教学过程,提高教学效率.利用 GeoGebra 自主构建的工具搭建滑动变阻器限流式和分压式两种接法的电路图,直观展示了被测电阻两端的电压随滑片移动的动态图像,帮助学生更清晰地认识两种接法的优缺点,深刻理解滑动变阻器选择的原理和本质,提高解决电路实验问题的分析能力.

关键词:GeoGebra;电路实验;动态分析;定制工具

在中学物理电学实验中,通常会使用滑动变阻器来调节被测电阻两端的电压,实现多次测量的目的来完成统计分析.在实际操作过程中,滑动变阻器的接线方法包含限流式和分压式两种,电路图如图 1 所示.这两种接法的选取和分析既是学生的学习难点,也是高考的考查热点.在日常教学中,教师通常会引导学生根据电路结构,结合闭合电路欧姆定律得出^[1-2]:分压式接法电压调节范围大,且当被测电阻 R_x 远大于滑动变阻器最大阻值 R_0 时采用分

压式接法;限流式接法电压调节范围小,且当被测电阻 R_x 与滑动变阻器最大阻值 R_0 接近时采用限流式接法.



(a) 限流式

高,同时也是提升学生思维品质的优秀教学资源^[3].在针对此类问题开展教学时,使用以上基于 Geogebra 制作的课件,既方便教师备课、讲解,也会增进学生的形象思维感知,对真实情况有一个全面的理解.

参考文献

[1] 周伟波. 强化体验的高三物理复习课教教学策略——以

“追及相遇问题”为例[J]. 物理教师, 2022(3): 89-91.

[2] 金惠吉. GeoGebra 在物理中的应用[EB/OL]. (2022-01-01)[2022-02-01]. <https://space.bilibili.com/400418715/channel/seriesdetail?sid=535542>.

[3] 简伟伟. 高考评价体系下图像法处理追及相遇问题的备考策略[J]. 中学物理教学参考, 2022(2): 33-38.

Simulating the Chasing and Meeting Questions Using GeoGebra Software

REN Yongxiang

(Guangzhou NO. 89 Middle School, Guangzhou, Guangdong 510520)

Abstract: GeoGebra software can be used to make chasing and meeting questions visible. It specifically involves three kinds of chasing and meeting questions, namely, constant speed linear motion, horizontal throwing motion and celestial body motion. It is expounded from the physical principle, production method and function description.

Key words: GeoGebra; chasing and meeting; constant speed linear motion; horizontal throwing motion; celestial body motion

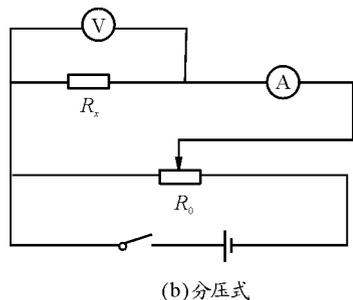
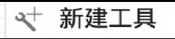


图1 滑动变阻器的电路接线示意图

对上述结论,多数学生能够接受并直接应用,但对其物理本质常常是一知半解,故而在选择电路时仍旧会踌躇不定。

本文旨在通过科学软件 GeoGebra 的自定义工具搭建电路模型,结合其强大的函数功能,描绘被测电阻的电压随滑片移动的物理图景,并展示出 R_0 与 R_x 比值的变化过程. 这一将抽象问题图像化的分析方法能够帮助学生更深刻地理解滑动变阻器的工作原理和选取规则,突破电路实验中滑动变阻器接线选取的教学难点。

1 建构物理实验组件

GeoGebra^① 是一套免费开源且功能强大的动态数学软件,其简单易学的优点能够帮助学生挖掘物理实验内涵,加深对中学物理模型的探讨分析和理解^[3-4]. 打开 GeoGebra Classic 6 软件,可以看到图 2 中的 4 个功能区域,其工具栏中包含了一组基础的工具集,通过点击右上角图标  下的  “新建工具”可以添加新的工具模块. 如物理中的基本物理量一样,可以使用这些基础工具搭建出非常奇妙的模型,下面以新建电流表工具为例来介绍新工具模块的生成过程。

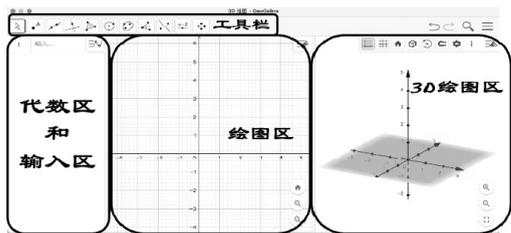


图2 GeoGebra Classic 6 软件界面

1.1 绘制目标组件的图形

用  工具在绘图区任意位置绘制两个点,得到

A 、 B 两点,表示电流表的两端. 使用  图标下第二个工具将 A 、 B 两点用线段连接,得到线段 f . 点击  图标下第二个工具在线段 f 上产生两个动点 C 、 D . 选择  工具点击点 C 、 D 生成一个圆 c ,并用  图标下第四个工具“交点工具”,点击圆 c 与线段 f 得到两个交点 E 、 F (E 与 D 点重合). 再次使用  图标下第二个工具分别将 AF 、 DB 连接起来,得到线段 g 、 h . 点击代数区元素前的圆点标注可以设置对象是否可见,隐去线段 f 、点 F 、点 D ,其余元素通过右击取消“显示标签”. 为了实现电流表中的字母 A ,右击圆 c 设置,在“标题”中输入“ $\$ \text{\huge \rm A} \$$ ”,“显示标签”选择“标题”,图 3 展示了上述过程所创建的电流表图像 (\huge 和 \rm 是 LaTeX 的字体设置指令).



图3 利用 GeoGebra 几何工具创建的电流表图像

1.2 将新建图形设置为新的工具组件

打开  “新建工具”功能项(图 4),在“输出对象”的下拉列表中选择指定对象,“输入对象”选择“点 A ”“点 B ”,“名称与图标”设置好“工具名称”(如 Ampere)、“指令名称”(如 Ampere,“工具名称”与“指令名称”可以相同)、“工具帮助”“图标”等参数,点击“完成”来确认新建工具的设定. 绘图区任意位置,通过点击工具栏的电流表工具图标即可在指定两点之间绘制电流表。



图4 设置新建工具的输出对象

新建工具模块具有极强的可塑性,在实际教学过程中,将常用的物理元件、环境、模型在绘图区设

① www.geogebra.org.

计出来,即可将其定义为新的工具对象方便后续实验设计的直接调用. 在本文工作中,我们通过新建工具模块自主创建了用于电路仿真实验的各功能单元,如图5所示.



图5 基于 GeoGebra 创建的
电路单元工具集

新工具的创建和使用能够充分提高课件制作效率,帮助教师最大程度地激发新的教学设计,更有效地落实教学目标.

2 设计 GeoGebra 课件 建构物理规律

本文旨在发掘现代信息技术在中学课堂教学设计方面的应用,通过借助 GeoGebra 的自主实验设计和动态演示功能来帮助学生理解滑动变阻器的接线选择问题,从而帮助学生加深对物理概念和规律的理解,进一步激发学生自主开展物理仿真实验的学习兴趣. 因此,结合图5所示的电路单元工具集,通过调整各组件的坐标、样式、大小和是否显示等属性,我们在绘图区完成了利用滑动变阻器测量未知电阻阻值的电路模型搭建,如图6所示.

图中分别展示了两组电路模型,即限流式和分压式,我们将对这两组不同的电路模型分别开展量化分析讨论来帮助学生理解滑动变阻器的工作原理,建构对应的物理规律,提高对物理知识的应用能力.

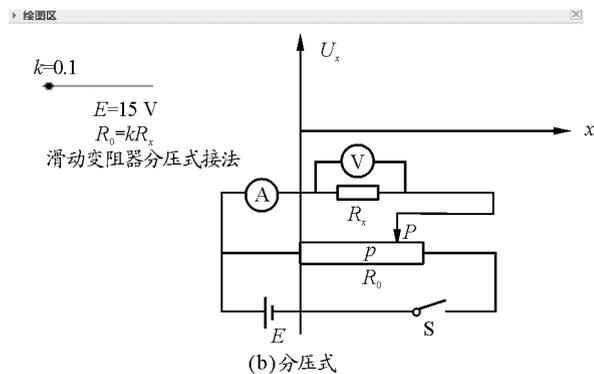
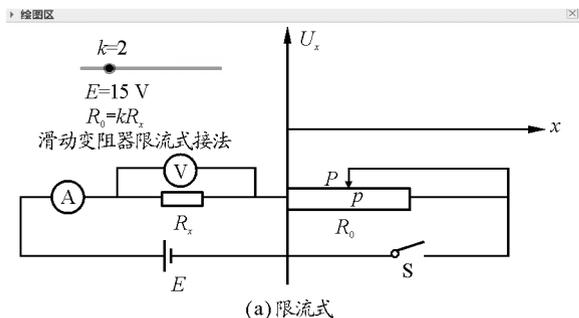


图6 基于 GeoGebra 搭建的电路模型

2.1 限流式电路模型分析

在限流式的电路模型中,如图6(a)所示,根据闭合电路欧姆定律,被测电阻 R_x 的电压为

$$U_x = \frac{E}{R_x + R_{左}} R_x \quad (1)$$

根据滑动变阻器构造有

$$R_{左} = \frac{x}{l_0} R_0$$

其中 x 为滑片 P 到滑动变阻器左侧的距离, R_0 为滑动变阻器总阻值, l_0 为滑动变阻器的总长度,即 $l_0 = \text{length}(p)$ (图6中线段 p 的长度). 为研究 R_x 与 R_0 的关系对电压调节的影响,我们定义滑动变阻器的总阻值与被测电阻的比值(滑阻比)为 k ,即 $R_0 = kR_x$. 结合式(1),被测电阻的两端电压可表述为

$$U_x = \frac{E}{1 + \frac{x}{\text{length}(p)} k} \quad (2)$$

为了图像化分析上述量化公式,在 GeoGebra 的对象属性中,设置变阻器滑阻比 k 的最小值为零,最大值设置为10,电源电压 $E=15\text{ V}$ (根据图像大小与坐标系的适配度, E 的大小可以调整). 在输入区输入式(2)语句:

$$\text{if}(0 < x \leq \text{length}(p), 15/(1 + xk/\text{length}(p)))$$

就会在绘图区获得 U_x 随 x 变化的图像. 为直观展现 U_x 随滑片 P 移动的变化,输入指令:

$$\text{segment}(P, (x(P), f_2(x(p))))$$

其中 $f_2(x)$ 是 U_x 图像的函数名,即将 P 点与 f_2 上与 P 点同 x 坐标的点用线段连接起来,设定样式为虚线,就会呈现如图7(a)所示的图像,该条虚线能够随 P 点的移动而移动,如图7(a)和图7(b)所示.

由图像可知,对不同的 k 值, U_x 随 x 增大而非均匀减小, U_x 的最大值等于 E ,最小值不为零, k 越大, U_x 最小值越小,即调节范围越大,如图7(a)和图7(c)所示.当 $k=2$ 时,调节范围和数据的精确度都很不错,如图7(a)和图7(b)所示.当 $k=10$ 时,虽然调节范围大,但 U_x 容易突变,滑片不能进行精确的调节,给实验操作带来不便,如图7(c)和图7(d)所示.

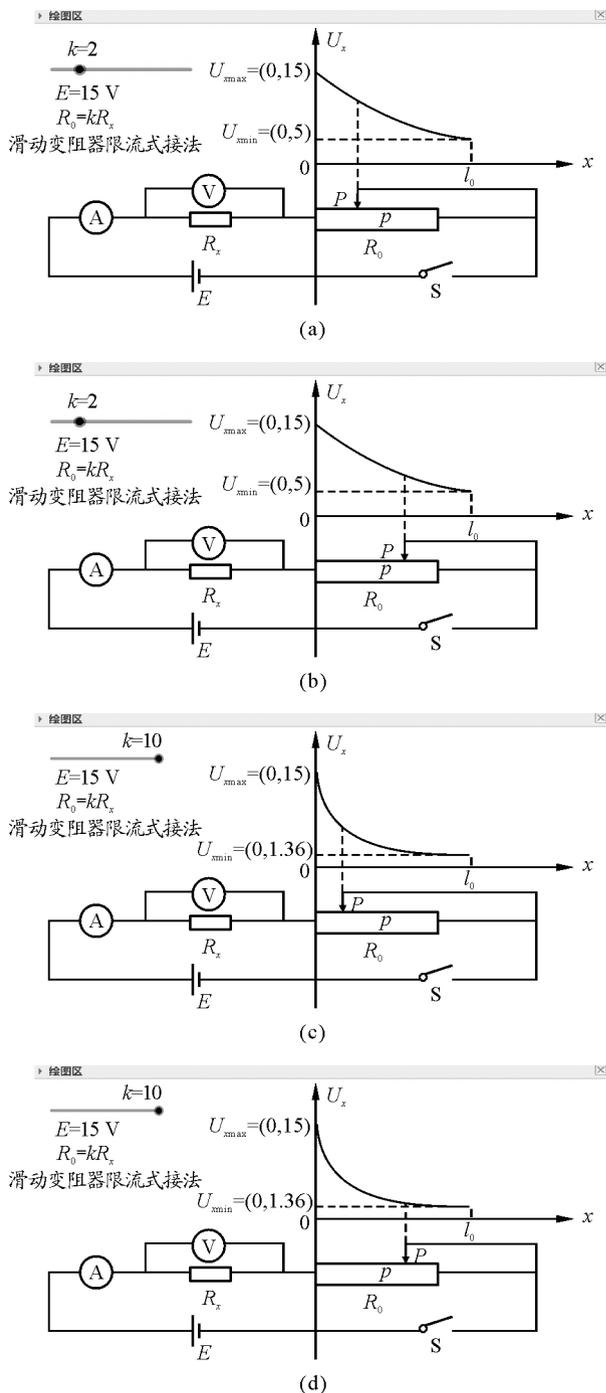


图7 限流式电路在 $k=2, k=10$ 下的 U_x-x 图像

2.2 分压式电路模型分析

在分压式的电路模型中,如图6(b)所示,结合上述 R_x 的定义,被测电阻 R_x 的两端电压可以表述为

$$U_x = \frac{E}{\frac{R_x R_{左}}{R_x + R_{左}} + (R_0 - R_{左})} \frac{R_x R_{左}}{R_x + R_{左}} = \frac{x \text{length}(p)}{\text{length}^2(p) + kx \text{length}(p) - kx^2} \quad (3)$$

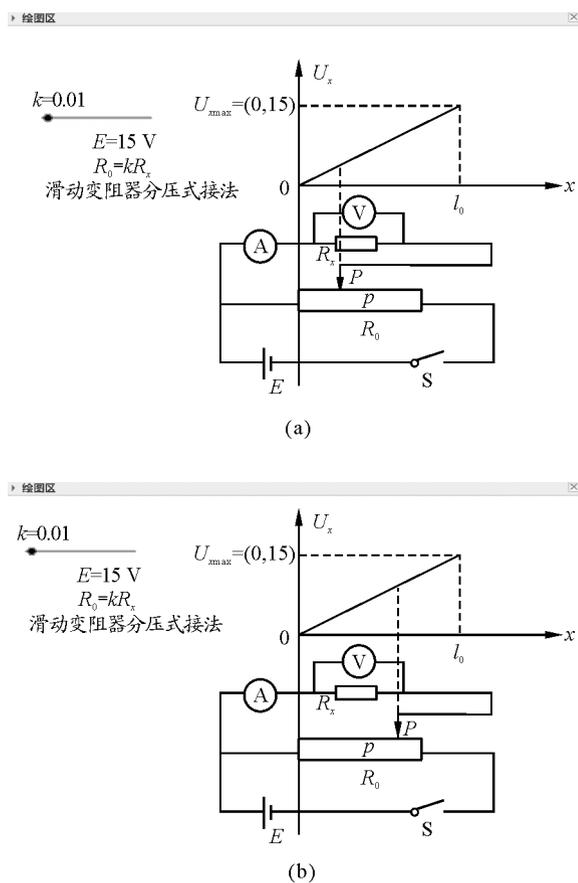
同上,在 GeoGebra 的对象属性中,设置滑动条 k 和电源电压 $E=15\text{ V}$. 在输入区输入:

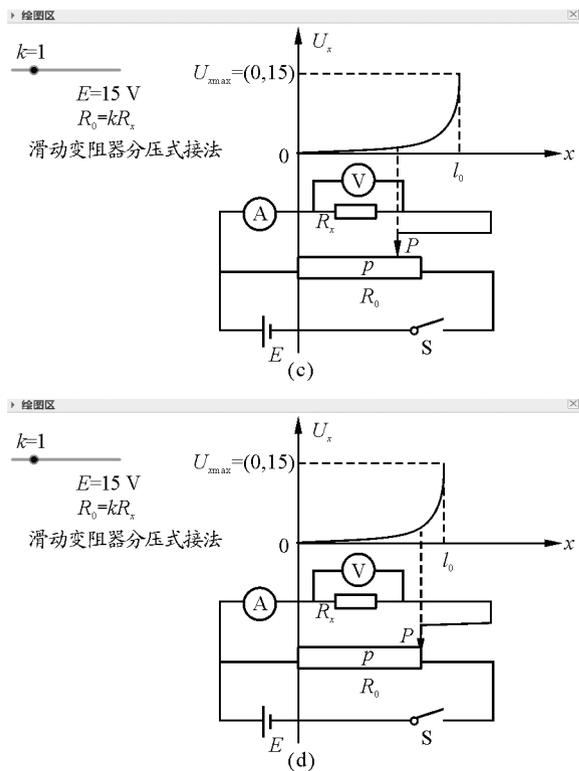
$$\text{if}(0 < x \leq \text{length}(p), 15x \text{length}(p) / (\text{length}(p)^2 + xk / \text{length}(p) - kx^2))$$

我们将获得 U_x 随 x 变化的图像(图8).由图像可知,不同的 k 值, U_x 随 x 增大而非均匀增大, U_x 的变化范围是 $[0, E]$,如图8(a)和图8(c)所示.

当 $k=0.01$ 时, U_x 随 x 接近线性增加,能较好地近似为均匀变化如图8(a)和图8(b)所示.

当 $k=1$ 时, U_x 容易突变,滑片不能进行精确的调节,给实验操作带来不便,如图8(c)和图8(d)所示.



图8 分压式电路在 $k = 0.01, k = 1$ 下的 $U_x - x$ 图像

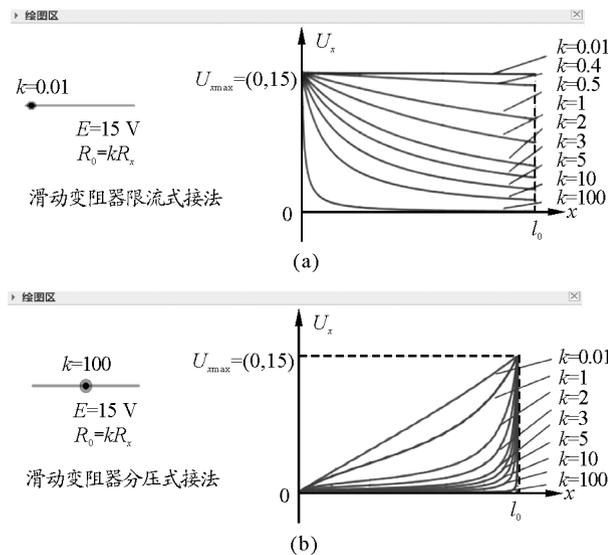
2.3 讨论总结物理规律

为了让学生更加直观认识两类接线模型的差异,理解在不同情形下滑动变阻器的选择规律,教师可以进行如下动态展示.选中图像,点击追踪轨迹,在输入区依次输入 $k = 0.01, k = 0.1, k = 1, \dots, k = 100$,得到不同滑阻比下的图像,进行对比分析.

图9(a)是限流式的图像在不同 k 值下的轨迹:当 $k < 1$ 时,即 $R_x > R_0$ 时,曲线近似一条直线,但电压调节范围小;当 $1 < k < 10$ 时,电压调节范围和精度都相对合适;当 $k \geq 10$ 时,即 $R_x \ll R_0$,虽然电压变化范围大,但是曲线非常弯曲,电压容易突变,滑动变阻器无法起到有效调节电压的作用.

图9(b)是分压式的图像在不同 k 值下的轨迹:当 $k < 0.1$ 时,即 $R_x \gg R_0$ 时,曲线接近线性变化,说明电压便于均匀调节且精度相对合适;当 $k > 0.1$ 时,曲线逐渐弯曲,表明滑片移动过程电压容易突变,不能起到有效调节的作用.

因此,从电压有效调节范围与精度来看,当 $R_x \gg R_0$ 时,应选择分压式接法,当 R_0 与 R_x 相接近且 $R_0 > R_x$ 时,应选用限流式接法.

图9 两种接法在不同 k 值下的图像

3 总结与感悟

本文通过 GeoGebra 课件的动态展示,将待测电阻两端电压 U_x 随滑片 (P 点) 移动的变化非常直观地展现出来,对实验中电压变化的范围、滑片调节的精确性等问题展开了详细的讨论,让学生获得电压 U_x 随滑片位置移动如何变化的具象认识,对学生理解电学实验有很大帮助,受到学生的一致好评.

软件 GeoGebra 在高中数学人教版第一册第三章的信息技术应用板块已首次出现,其强大的软件功能和简单易学的工具特性使该软件能够为中学物理教学和问题研究所用,尤其在一些抽象思维、动态思维要求高的问题上,可以利用 GeoGebra 工具模块实现物理规律和变化过程的可视化,有效突破教学难点,增强学生的直观体验感,提高学生科学探究和逻辑思维能力,达到教学共赢的局面.

参考文献

- [1] 章建跃,李增沪.普通高中教科书数学必修第一册[M].北京:人民教育出版社,2019:87-88.
- [2] 初同喜.滑动变阻器的限流式和分压式研究[J].中学物理教学参考,2021,50(4):17-18.
- [3] 盛宝骥.用 GeoGebra 软件描绘电荷电势分布[J].物理教师,2018,39(1):71-73.
- [4] 沈璐. GeoGebra 软件值高中电磁学教学中的应用研究[D].漳州:闽南师范大学,2021:32-34.