

自制“摩擦力教具”轻松化解教学中的难题

王梦贤

(淮安市盱眙县第一中学 江苏 淮安 211700)

(收稿日期:2017-09-11)

“摩擦力”是初中物理较难掌握的一节内容,教学重点多,教学难点突出.同时这一节也是一节科学探究课:滑动摩擦力与哪些因素有关?如何运用实验手段得出结论成为本节课教学任务能否顺利完成的关键所在.经过多年教学实践、反思,应用自制的“摩擦力教具”能轻松化解本节教学中遇到的难题.现将仪器的结构和主要解决的难点介绍如下,与各位同行交流.

1 仪器的结构

如图1所示,主体构件:弹簧测力计、电动机、钩码、木块(有一面粘上平整的棉线其余各面均为粗糙程度相同的木质)、细线、木板、滑动变阻器、电池组、开关、导线若干等.

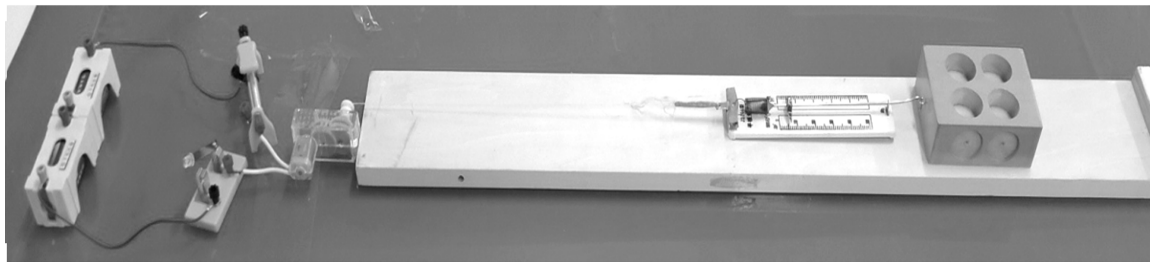


图1 仪器的结构图

可见:在直尺测量误差限范围内,可认为拟合所得各等势线的圆心是重合的,拟合出的各等势线呈同心圆状分布,与理论预测结果一致.

5 结论

对“静电场的描绘”这一重要大学物理实验中的数据处理方法进行了定性和定量的分析研究.分析的基础是实验中所记录等势点位置的数量化,这一步是整个数据处理过程中的主要误差来源.对传统数据处理方法的定量分析表明:“三等势点”组合的选择对所得圆心位置的精度有重大影响;基于定量的误差分析,在具体选择时可考虑遵循经验性的“正三角形”选点规则;在随机选择“三等势点”组合的情况下,得到可靠的平均圆心位置的概率很低.本文提出的基于“圆最小二乘法”拟合的数据处理方法

案,可在回避“三等势点”组合选择主观随意性的同时,充分利用所有等势点的信息,并达到与传统数值处理方法类似的精度,且该精度有望通过增加等势点的数目来获得进一步的提高.由于改进后的数据处理方法相比传统方法所具有的优势,我们建议师生在实验教学过程中参考使用.

参考文献

- 1 方正华. 大学物理实验教程(一级). 合肥:中国科学技术大学出版社,2010. 102 ~ 106
- 2 付芳芳,李庆明,侯双印. 模拟法描绘静电场实验中数据处理方法比较. 物理通报,2016, 35(7):101 ~ 102
- 3 Jones E, Oliphant E, Peterson P, et al. SciPy: Open Source Scientific Tools for Python. 2001 -. <http://www.scipy.org/>
- 4 张韵华. 数值计算方法与算法. 北京:科学出版社,2006. 59 ~ 73

2 主要解决的难点

2.1 影响滑动摩擦力大小的因素

滑动摩擦力的大小与哪些因素有关？经提问，学生会提出以下猜测：

- (1) 物体间的正压力；
- (2) 接触面的粗糙程度；
- (3) 物体的接触面积；
- (4) 物体的运动速度。

应用“摩擦力演示教具”完全能研究滑动摩擦力大小与上述各因素的关系，下面分述之。

(1) 探究滑动摩擦力与正压力的关系

如图 2 所示，在木块上增加钩码以改变正压力，闭合开关，电动机匀速转动，使木块在桌面上做匀速直线运动，学生根据初中学过的平衡力和相互作用力的知识可知：弹簧测力计的示数即为 $f_{滑}$ 的大小。实验数据如表 1 所示，并用 Excel 完成数据处理，如图 3 所示。

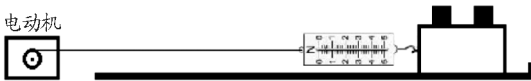


图 2 探究滑动摩擦力与正压力关系装置图

表 1 实验数据表

实验次数	钩码数	正压力 F_N / N	摩擦力 $f_{滑} / \text{N}$	
			接触面：木-木	接触面：木-布
1	0	1.21	0.46	0.60
2	1	1.70	0.62	0.80
3	2	2.19	0.79	1.02
4	3	2.68	0.98	1.22
5	4	3.17	1.12	1.44

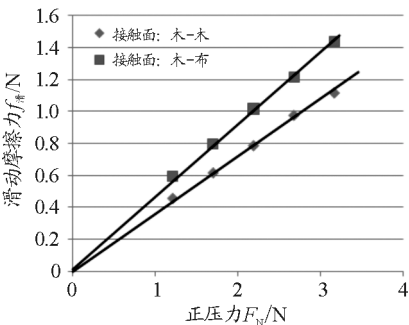


图 3 滑动摩擦力与正压力及接触面的关系图像

结论：滑动摩擦力与正压力成正比。

(2) 探究滑动摩擦力与接触面粗糙程度的关系

实验中每次的正压力与上面完全相同，只是接触面为木-布。同样让学生当场实验并将实验数据记录到表格中，利用 Excel 完成数据处理，如图 3 所示。学生比较分析：在正压力相同的条件下，滑动摩擦力的大小与接触面粗糙程度的关系，并且可以得出直线的倾斜程度反映接触面的粗糙程度。

结论：滑动摩擦力与接触面的粗糙程度有关，其他条件相同时，斜面越粗糙，摩擦力越大。

(3) 探究滑动摩擦力与接触面积的关系

应用木块的不同侧面（均为粗糙程度相同的木质）放在桌面上，闭合开关，使木块在桌面上做匀速直线运动，弹簧测力计的示数不变。

结论：滑动摩擦力与物体的接触面积无关

(4) 探究滑动摩擦力与物体运动速度的关系

将木块放在桌面上，移动滑动变阻器滑片改变电动机转速，进而改变木块运动速度，弹簧测力计的示数不变。

结论：滑动摩擦力与物体运动速度无关。

2.2 滑动摩擦力方向的相对性

滑动摩擦力的方向是本节课难点中的难点，难在它的“相对性”，应用“摩擦力演示教具”能轻松有效化解这一难点。将木块放在木板上，用弹簧测力计勾住，缓慢拉动木板使木板向左移动，学生会发现木块相对于地面静止，如图 4 所示，让学生自己分析滑动摩擦力的方向，木块相对于木板的运动方向，学生能很容易总结出：滑动摩擦力的方向是与相对运动方向相反，而不是与运动方向相反。

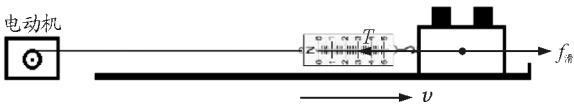


图 4 探究滑动摩擦力方向装置示意图

总结：“摩擦力演示教具”巧妙地解决了摩擦力不方便测量的难题，实践表明，应用自制“摩擦力演示教具”确实能使学生对“摩擦力”这节课的学习变得轻松并很好地掌握核心内容。