



Origin 软件在中学物理实验教学中的应用研究

——以“探究功与速度变化的关系”实验教学为例

陈志军

(安徽省绩溪中学 安徽 宣城 245300)

(收稿日期:2017-02-11)

摘要:利用 Origin 软件对“探究功与速度变化的关系”的实验数据进行多项式拟合、自定义函数 $y = Ax^2$ 拟合和线性拟合,并进行对比分析,将现代信息技术辅助中学物理实验教学,以提高学生实验数据处理和实验探究能力,落实科学精神、科学思维、实践创新、技术应用等核心素养。

关键词:功与速度变化 信息技术 科学思维 核心素养

推进信息化教学,将现代信息技术用于辅助物理教学和解决物理实际问题,推动教学手段、教学方法,特别是物理实验教学的信息化,可有效改变学生的学习方式和探索方法,激发学生的探索精神,培养学生观察、分析、综合、推理等能力,促进学生创造性思维的训练和实验能力的提高,有效推动科学精神、科学思维、实践创新、技术应用等核心素养的落实。

Origin Pro 8.0 是 Origin Lab 公司研发的专业绘图和数据分析软件,其简单易学、操作灵活、功能强大,满足制图、数据分析、函数拟合的需求,为数据分析提供了各种各样的工具,适合科学研究、工程设计、教学等。在数据分析上,该软件基于最小二乘法为基础的线性回归分析,可以高效准确地拟合出线性关系变量的直线方程,同时给出斜率 k 和截距 b 的值,包括误差值和校正决定系数(相似度)等数据,能为改进中学物理实验教学提供帮助,可有效地解决中学物理实验中利用线性变量关系处理测量数据的实验,如利用单摆测重力加速度、利用匀变速直线运动测加速度、利用机械能守恒测重力加速度、探究弹簧弹力与弹簧伸长的关系、测定电源电动势和内阻等实验。该软件不仅可以给出线性关系的直线拟合方程,还可以进行多项式和自定义函数进行拟合,给出方程及各项系数、误差分析、方程校正决定系数等。本文以“探究功与速度变化的关系”实验教学为例,运用 Origin Pro 8.0 软件对该实验数据的多项

式拟合、自定义函数拟合和直线拟合的方程进行对比分析研究。

1 实验原理与方法

采用如图 1 所示实验装置探究力对物体做功与物体速度变化的关系,让橡皮筋拉动小车做功使小车的速度增加,调节拉小车的橡皮筋的条数由 1 条变为 2 条、3 条……每条橡皮筋对物体做功为 W_0 ,则橡皮筋对小车做的功依次为 $W_0, 2W_0, 3W_0, \dots$ 通过对打点计时器所打纸带的测量,可计算得出每次实验后小车的速度,分析每次橡皮筋所做的功与小车获得速度的关系,即可总结出功与速度的关系。

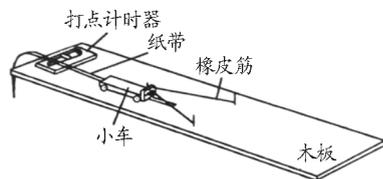


图 1 探究力对物体做功与物体速度变化关系实验装置

实验时首先要平衡摩擦力,尽量选择相同的橡皮筋(用市场上的加长扎发橡皮筋,用传感器多次变换拉力,保证每条橡皮筋受力变化情况相同),并保证橡皮筋拉伸的长度都和第一次相同,让小车从同一位置由静止释放,测得的速度 v, v^2 和对应的橡皮筋条数 n 记入下面表格,分析实验数据,探究橡皮筋所做功 W ($W = nW_0$) 与 v, v^2 的关系。

表1 测得的实验数据

$n(=W/W_0)$	0	1	2	3	4	5	6
$v/(m \cdot s^{-1})$	0	0.85	1.11	1.45	1.62	1.76	2.06
$v^2/(m^2 \cdot s^{-2})$	0	0.723	1.232	2.103	2.624	3.098	4.244

2 Origin 软件对实验数据的分析教学

2.1 多项式拟合

将以上表格数据导入 Origin Pro 软件,以橡皮筋的条数 n 为纵坐标,每次实验测得的速度 v 为横坐标,得到如图 2 所示的 $n-v$ 散点图,由图可以看出,橡皮筋的条数变化并不是线性关系,尝试用线性拟合,误差非常大.考虑到数据的非线性变化,根据函数的性质和散点分布走势,首先选择多项式拟合.

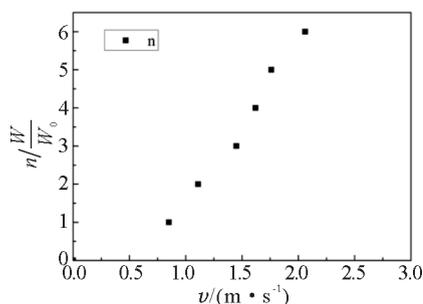


图2 $n-v$ 散点图

在 Origin Pro 软件中选择多项式拟合“Fitting Polynomial”,确定拟合后得到如图 3 所示的曲线和数据,拟合方程为 $n=1.339v^2+0.287v-0.046$,校正决定系数达到 98.50%,从各项系数真实值的标准差来看,一次项系数 B_1 和常数项误差非常大,而二次项系数 B_2 误差不大,该拟合存在局限性.

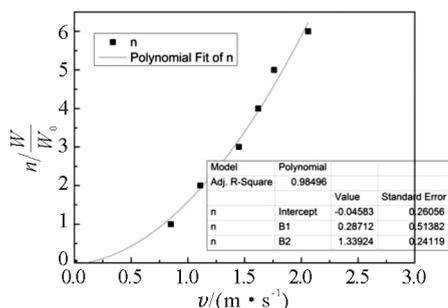


图3 多项式拟合

2.2 自定义函数 $y = Ax^2$ 进行拟合

考虑到多项式拟合时,一次项系数 B_1 和常数项误差过大,而二次项系数 B_2 误差并不大,因此,该拟合可以考虑只取二次项进行自定义函数拟合.

在 Origin Pro 软件中利用“Nonlinear Curve Fit”,创建 function 函数,输入函数代码“ $y = A * x^2$ ”,即函数为 $y = Ax^2$,可取名为“My Function1”,并保存该函数.之后利用新建立的拟合函数“My Function1”进行拟合,拟合时要把“Parameters”菜单中的“value”取值调到 -1,确定拟合后得到的曲线如图 4 所示,曲线方程为 $n=1.488v^2$,校正决定系数达到 98.89%,二次项系数真实值的标准差仅为 0.036,相对误差非常小,可以确定橡皮筋的条数 n 与速度 v 的变化关系为二次函数关系,即 $n=1.488v^2$.由于每条橡皮筋对物体做功均为 W_0 ,所以 $W=nW_0=1.488W_0 \cdot v^2=k \cdot v^2$,其中 $k=1.488W_0$,也就是每次橡皮筋对小车所做的功 W 与小车的速度关系为仅有二次项的二次函数关系.

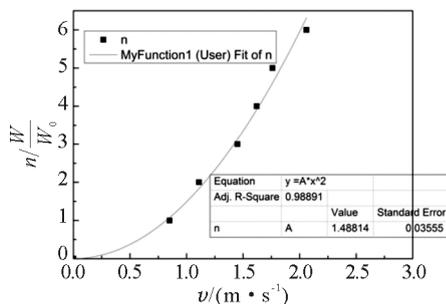


图4 函数拟合

2.3 线性拟合

在数据计算时, v^2 的值已经计算填入表中,在 Origin Pro 软件中,以橡皮筋的条数 n 为纵坐标,以 v^2 为横坐标,做出 $n-v^2$ 变化的散点图,选择“Fitting linear”得到线性拟合的曲线如图 5 所示,曲线方程为

$$n = 1.468v + 0.060$$

校正决定系数达到 98.70%,斜率真实值的标准差仅为 0.069,相对误差比较小,常数项 0.060 与 n 值比较小,完全可以忽略,可以确定橡皮筋的条数 n 与速度 v^2 成正比例变化关系,关系式为 $n=1.468v^2$.同样,由于每条橡皮筋对物体做功均为 W_0 ,所以

$$W = nW_0 = 1.468W_0 \cdot v^2 = k'v^2$$

其中 $k' = 1.468W_0$,即每次橡皮筋对小车所做的功 W 与小车速度的二次方成正比.

(下转第 112 页)

致丢分,错答为“报警器想”、“报警器报器”等;二是混淆起报警作用的用电器,错答为“热敏电阻报警”;三是物理语言表述不准确,混淆报警器工作和报警器报警的关系,错答为“报警器开始运转”、“报警器开始工作”、“报警器开始启用”等;四是原题里并没有电流表且报警器无法显示电流示数,但是部分考生错答“报警器的示数为 10 mA”、“电流表的示数为 10 mA”等。

4 结语

以上分析的河北省考生在高考第 22 和 23 题中出现的典型错误,虽然来自学生,但也反映了教学中存在的问题。针对以上错误,教学中要注意让学生夯实理论基础,提高实验技能,灵活运用理论知识解决物理实验问题,培养学生审题、实验设计与分析、常用仪器的使用能力,特别注意提高学生的计算能力。

(上接第 107 页)

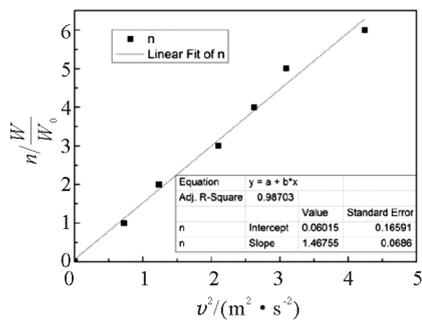


图 5 $n-v^2$ 线性拟合

在拟合过程中,从自定义的二次函数拟合和直线拟合,得到 n 对 v 的二次函数拟合方程为

$$W = kv^2$$

其中 $k=1.488W_0$,而 n 对 v^2 的直线拟合方程为 $W = k'v^2$,其中 $k'=1.468W_0$ 。可以看出 k 和 k' 的值非常接近,拟合效果非常好,而二项式拟合的二次项系数为 $1.339W_0$,与自定义的二次函数拟合以及直线拟合的系数相差比较大,因此可以分析得出自定义函数 $y = Ax^2$ 拟合和线性拟合结果的一致性,可确定

最重要的是要引导学生亲自做实验,而不是仅仅停留在“讲实验”和“背实验”,提高学生的物理实验能力,体现物理学是一门以实验为基础的科学之特征。也希望考生错解的分析对以后物理教学改革及高考有所启示和帮助。

参考文献

- 1 孟秀兰,高永昌,鲁增贤.2005年高考理综全国卷(I)第23题的多种解法及其典型错误分析.物理教学,2006(2):39~41
- 2 王丽萍,张萍,孟秀兰.2009年高考理综22,23题分析.物理教学探讨,2009(10):49~51
- 3 陶洪.物理实验论.南宁:广西教育出版社,1996.24~26
- 4 周丽.高考物理实验题与培养考生实验能力的调查研究.云南师范大学,2015
- 5 茹秀芳,张春斌,张军朋,等.物理高考实验题中学生智慧技能障碍分析.物理教学,2015(10):51~54

$W \propto v^2$,即橡皮筋对小车所做的功 W 与小车的速度的平方成正比。

3 结论

(1) 运用 Origin Pro 8.0 软件对该实验数据的多项式拟合、自定义函数拟合和直线拟合的结果进行对比分析研究,引导学生熟悉和掌握科学研究常用的数据分析软件 Origin 的使用,提高学生实验数据处理能力和实验探究能力,有效调动学生学习的积极性和科学研究的兴趣。

(2) 通过自定义函数拟合和直线拟合的对比分析研究,分析得出自定义函数 $y = Ax^2$ 拟合和线性拟合结果的一致性,可确定 $W \propto v^2$,加深了学生对对比分析等科学思维方法的运用,锻炼学生观察、分析、综合、逻辑推理等能力,有助于培养学生求真务实的科研态度和严谨的科研精神,推动学生科学精神、科学思维、实践创新、技术应用等核心素养的发展。