

例谈 FORTRAN 语言和 ORIGIN7.0 软件 在高中物理中的应用

顾媛媛 蔡亮

(南京市第十二中学 江苏 南京 210011)

(收稿日期:2016-08-05)

摘要:在求解中学物理极值问题和较复杂物理规律时,有时会遇到复杂的数学运算,而通过解析的方法推导出来,学生并不能得到直观的感受.结合物理学习中的几个实例,运用 FORTRAN 语言和 ORIGIN7.0 软件为学生提供一个新的研究方法.结果表明:若能在教学中使用此软件的数据分析和图形处理功能,能帮助学生有效和快速地理解和掌握物理规律,能更好地培养学生的科学素养,提高学生的科学素质.

关键词:FORTRAN ORIGIN7.0 高中物理

1 在力学中的应用

【例1】一根长 l 不可伸长的轻质细线,一端悬于 O 点,另一端拴着一小球,如图 1 所示,将细线拉直使小球和 O 点位于同一水平高度 A 处,由静止释放.小球从开始运动到绳竖直的过程中,试说明小球所受重力的瞬时功率变化情况.

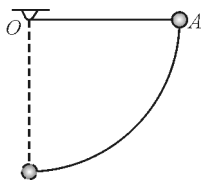


图 1 例 1 题图

教学片断:问题展示后,先让同学们阅读思考.

师:重力瞬时功率计算式是什么?

生甲: $P = mgv \cos \theta$.

师: θ 表示重力和速度的夹角,初始时刻速度为多少?瞬时功率为多少?

生甲:初始时刻 $v = 0$,所以 $P = 0$.

师:很好,如果小球运动到竖直位置时,速度为多少?瞬时功率为多少?

生甲:根据机械能守恒 $mgl = \frac{1}{2}mv^2$ 可得, $v =$

$\sqrt{2gl}$,所以 $P \neq 0$,故小球所受重力的瞬时功率在逐

渐变大.

生乙:不对,虽然速度不为零,可是速度与重力的夹角是直角, $\cos \theta = 0$,所以 $P = 0$,重力的瞬时功率为零.整个过程来看,重力的瞬时功率应该是先增大后减小.

师:了不起!

笔者竖起大拇指,给予生乙赞赏的眼光,同时也对生甲给予鼓励的掌声.

生丙:老师,既然重力的瞬时功率应该是先增大后减小,那么最大值的位置对应在哪里呢?

一语惊醒梦中人,这种思想是多么的难能可贵啊,这种求真务实的态度是不是也值得笔者去学习啊.

师:很好,那老师就来推导给你看看.

结果学生听的不是太明白,有点云里雾里.下课后,回到办公室,笔者在想,如果能把瞬时功率变化的图像展示给学生看看,不是可以帮助学生有效地理解问题和掌握物理规律吗?

数值解:

小球从水平位置摆动到与水平方向成 θ 角的过程中,由机械能守恒定律,得

$$mgl \sin \theta = \frac{1}{2}mv^2$$

重力瞬时功率

$$P = mgv \cos \theta = mg \sqrt{2gl} \cos \theta \sqrt{\sin \theta}$$

令

$$mg \sqrt{2gl} = k$$

上式变成

$$P = k \cos \theta \sqrt{\sin \theta}$$

k 为常数, 设 $\cos \theta \sqrt{\sin \theta} = x$, P 的变化行为等同于 x . 接下来就可利用 FORTRAN 语言和 ORIGIN7.0 软件得出函数 x 随着角度 θ 的变化行为, 如图 2 所示.

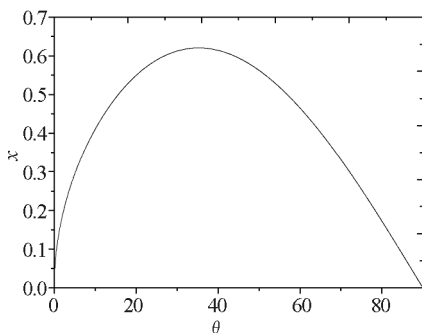


图 2 $x-\theta$ 图像

第二天上课, 笔者把所做的过程和结果展示给学生看时, 学生送给我的是热烈的掌声, 他们心里想着, 这老师还有两把刷子啊. 而笔者也感到非常欣慰, 课堂上他们学习物理的激情在提升, 成绩在同层次班级中自然也是拔尖的.

2 在电学中的应用

在学习“恒定电流”这章时, 有个非常著名的实验叫伏安法测电阻, 选用实验器材和器材的接法一直是实验常考的考点. 在选择滑动变阻器器材时, 我告诉学生, 一般情况下, 滑动变阻器应该选择阻值小、额定电流大的那个, 有个学生不以为然, 非问为什么这样呢? 笔者想从纯粹的数学推导肯定能够解决这个问题, 但是太抽象, 为何不用图像直观地展示给大家看呢?

笔者对大家说, 给我一节课时间, 下节课定会让大家明白这其中的奥秘.

2.1 分压接法

2.1.1 电路图

分压接法电路图如图 3 所示.

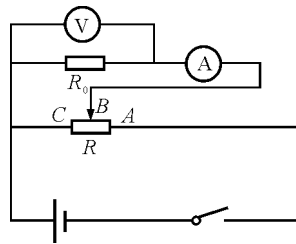


图 3 电路图

2.1.2 电压表读数 U

不计电源内阻, 不考虑电表内阻的影响, 当滑片 P 处于位置 B 时, 有

$$\begin{aligned} U &= \frac{E}{\frac{R_0 R_{BC}}{R_0 + R_{BC}} + R_{AB}} \frac{R_0 R_{BC}}{R_0 + R_{BC}} = \\ &= \frac{E}{1 + \frac{R_{AB}(R_0 + R_{BC})}{R_0 R_{BC}}} = \\ &= \frac{ER_0 R_{BC}}{R_0(R_{BC} + R_{AB}) + R_{AB}R_{BC}} = \\ &= \frac{ER_0 R_{BC}}{R_0 R_{AC} + R_{AB}R_{BC}} \end{aligned}$$

分子分母同除以 R_{AC}^2 得

$$\begin{aligned} U &= \frac{\frac{ER_0 R_{BC}}{R_{AC}^2}}{\frac{R_0 R_{AC} + R_{AB}R_{BC}}{R_{AC}^2}} = \\ &= \frac{E \frac{R_0}{R_{AC}} \frac{R_{BC}}{R_{AC}}}{\frac{R_0}{R_{AC}} + \frac{R_{AB}}{R_{AC}} \frac{R_{BC}}{R_{AC}}} = \\ &= \frac{E \frac{R_0}{R_{AC}} \frac{R_{BC}}{R_{AC}}}{\frac{R_0}{R_{AC}} + \frac{R_{BC}}{R_{AC}} \frac{(R_{AC} - R_{BC})}{R_{AC}}} \end{aligned}$$

令

$$\frac{U}{E} = y$$

$$\frac{R_0}{R_{AC}} = \frac{R_0}{R} = k$$

$$\frac{R_{BC}}{R_{AC}} = \frac{R_{BC}}{R} = x$$

上式变成

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

其中 k 反映的是待测电阻与滑动变阻器阻值之间的比值关系, x 反映的是滑动变阻调节阻值的变化, 范

围 0~1. 利用 FORTRAN 语言和 ORIGIN7.0 软件可以直观地观察到 y 随 x 变化行为, 从而可以得出一些重要特征.

2.1.3 $y-x$ 图像

分压接法 $y-x$ 图像如图 4 所示.

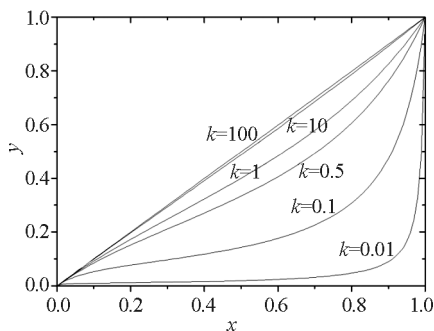


图 4 分压接法 $y-x$ 图像

从图 4, 我们可以知道以下特点:

(1) 对应不同的 k 值, y 均可以从零变到 1.

(2) k 值越大, 即待测电阻阻值大于滑动变阻器最大阻值, 调节越均匀, 成线性变化, 可以看到 $k=10$ 和 $k=100$ 两条线几乎重合.

(3) k 值越小, 即待测电阻阻值小于滑动变阻器最大阻值, 调节越不均匀, 非线性变化, 可以看出在 $x=0.6$ 之前, y 几乎不变, 但是在 $x=0.9$, y 就发生了突变.

(4) 综合上述考虑, 既然调节范围一样, 要想实验操作易、误差小, k 值较大较好.

2.2 限流接法

2.2.1 电路图

限流接法电路图如图 5 所示.

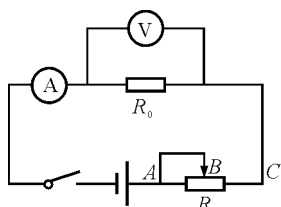


图 5 限流接法电路图

2.2.2 电压表读数 U

不计电源内阻, 不考虑电表内阻的影响, 当滑片 P 处于位置 B 时

$$U = \frac{E}{R_0 + R_{BC}} R_0 = E \frac{R_0}{R_0 + R_{BC}}$$

分子分母同除以 R 得

$$U = E \frac{R_0}{R_0 + R_{BC}} = E \frac{\frac{R_0}{R}}{\frac{R_0}{R} + \frac{R_{BC}}{R}}$$

令

$$\frac{U}{E} = y \quad \frac{R_0}{R} = k \quad \frac{R_{BC}}{R} = x$$

上式变为

$$y = \frac{k}{k+x}$$

其中 k 反映的是哪两个量之间的比值关系, x 反映的是何值的变化, 它的变化范围是多少在前面 2.1.2 中都做了说明. 利用 FORTRAN 语言和 ORIGIN7.0 软件可以直观地观察到 y 随 x 变化行为, 从而可以得出一些重要特征.

2.2.3 $y-x$ 图像

限流接法 $y-x$ 图像如图 6 所示.

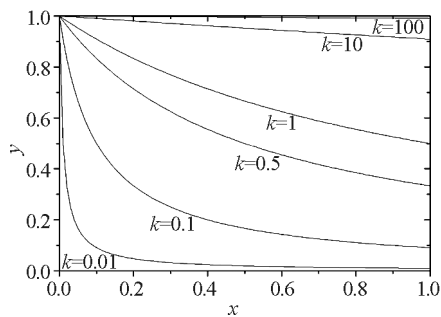


图 6 限流接法 $y-x$ 图像

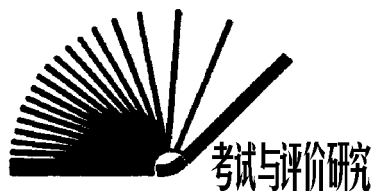
从图 6, 我们可以知道以下特点:

(1) k 值大, 线性变化好, 但是调节范围小, 例如 $k=100$ 时, y 几乎不随 x 发生变化; k 值小, 不能均匀变化, 但是调节范围大, 例如 $k=0.01$, 虽然调节范围大, 但是在 $x < 0.1$ 突变现象比较明显, 而在 $x > 0.2$, y 值变化不明显.

(2) 与分压接法不同, 在限流接法中, 对于不同的 k 取值, y 并不能从零变化到 1.

(3) 综合上述考虑, 要想调节范围较大, 又要能够较为线性的变化, 从图中可以看出, $k=1$ 左右较为合适.

第二次上课, 笔者把两种情况下的结果图展示出来, 并根据图像讲解了一下, 分析为什么会出现这样的选择. 学生心领神会, 喜悦之情溢于言表, 大家好才是真的好. 学生对老师敬佩之余, 也增强了自身



赏析一道高考全国物理试题

黄绍书 蔡阳

(六盘水市第二十三中学 贵州 六盘水 553001)

(收稿日期:2016-07-17)

摘要:通过对2016年普通高等学校招生全国统一考试理科综合能力测试(Ⅲ卷)第23题的剖析与鉴赏,阐明经典试题命制的良好效应.

关键词:赏析 全国高考 理科综合能力测试 良好效应

1 问题的由来

【题目】(2016年高考全国卷Ⅲ第23题)某物理课外小组利用图1所示的装置探究物体加速度与其所受合外力之间的关系.在图1中,置于实验台上的木板水平放置,其右端固定一轻滑轮,轻绳跨过滑轮,一端与放在木板上的小滑车相连,另一端可悬挂钩码.本实验中可用的钩码共有 $N=5$ 个,每个质量均为 0.010 kg .

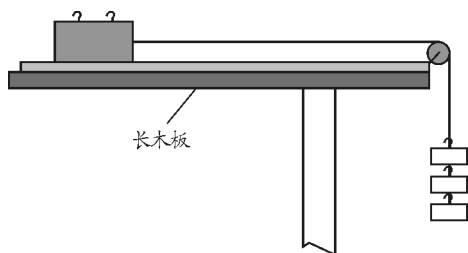


图1 题目附图

实验步骤如下:

(1)将5个钩码全部放入小车中,在长木块左端

的科学素养,让其认识到未来的路还很漫长,我们所接触的知识只不过是皮毛,我们还应该更加主动地探索未知知识,为未来做好充分准备.

3 小结

FORTAN语言 and ORIGIN7.0软件在高中物理中的应用远远不止这些,可以绘制物体运动规律曲线,可以进行较复杂的天体运动计算,可以处理实验数据,可以将抽象的等势面电场线形象的表示出来等等.所以笔者认为,在以后的物理教学中适当的引入类似的计算机数值模拟有助于学生提高对概念的理解和深化,可以将复杂的变化过程具体化,可以“赤裸裸”地展示给学生,可以大大提高课堂效率,激发学生的兴趣,同时也有助于培养学生的科学素养,让他们认识到科学是紧密的联系在一起的.如果时间充裕,甚至还可以试着让学生们自己做些简单的编程和设计,必定对其终身发展有个不可替代的作用.

4 反思

这是笔者在教学中的一点想法,一点思考,一点展望,这些灵感全部来自于学生,如果不是他们的“咄咄逼人”,不是他们一个问题一定问出个所以然来,教师也不会把大学里学习到的编程软件用到高中物理中来,更不会有现在的成绩.如果在教学中我们本着更好地为学生服务的思想来准备好每一节课,就是一节好课,不在乎多么华丽的外表,也不需要太多言语的包装,只需要课堂上教师与学生之间有思想的交流,有火花的碰撞,这已经就足够了啊!学生在发展,教师也要跟着发展,而且教师还必须走在学生的前头,时刻为学生把握好方向和前进的速度.在如今科技进步如此迅速的时代,计算机语言进入高中校园已不可避免,而教师要有自己的看家本领,还需掌握一些“旁门左道”,这样才能在学生面前站稳脚跟,才能更好地为学生服务.教学相长源远流长,其意义也绝不一般.