

以创新实验为探究载体演绎物理本源

胡 甜

(江苏省常州高级中学 江苏 常州 213003)

(收稿日期:2017-08-10)

摘要:物理教学对高中生自然科学知识体系的构建有着举足轻重的影响,理想模型的建立更应注重规律性和过程性.简谐运动是高中阶段的第一种变力作用下的对称性变速运动,通过亲眼观察振动图像的描绘和软件拟合多帧照片,学生对正弦规律的理解会更加透彻明了,有利于帮助学生探究知识本源.

关键词:创新实验 简谐运动 探究

1 引言

物理学是研究物质运动规律和物质基本结构的学科.作为自然学科的带头学科,物理学研究大至宇宙天体、小至基本粒子等一切物质最基本的运动形式和规律,成为所有自然科学学科的研究根基.物理学的理论结构充沛地运用数学作为工作语言,以实验作为检验理论的唯一准绳,是当今最精密的一门自然科学学科.高中物理教学,作为衔接以直接经验为基础的初中物理和以高等数学为载体的理论物理的关键阶段,理应展示各种类型的物理实验,具体形象地展示物理知识的形成和发展过程,强化学生的感知并及时纠正在感知中形成的错觉,从而达到丰富学生头脑中感性材料的储存及发展智力和培养能力的目的,系统构建学生的自然科学知识体系.

本文以人教版《物理·选修3-4》第十一章第一节“简谐运动”为例,谈谈基于传统实验的技术创新对学生知识体系构建的重要影响.

简谐运动是自然界最简单、最基本的机械振动,是物体在跟偏离平衡位置的位移大小成正比,并且总指向平衡位置的回复力作用下的振动,弄清简谐运动的规律对进一步学习机械波、交流电、电磁波等都具有非常重要的意义.而简谐运动的模型分析方法正是高中生的学习盲点之一,刚进入高二年级的学生思维具有单一性和定式性,他们习惯于分析恒力作用下物体的单程运动,对简谐运动的动力学多量分析会感到有些困难.因此,教材直接从运动学角度来定义简谐运动,把“位移与时间的关系遵从正弦函数规律的振动”称为简谐运动.这种改动符合高

中生从运动学特征对质点的运动进行分类的认知习惯^[1],降低了教学难度.但在大多数课堂上,无论是简单直观的弹簧振子,还是精微深奥的等时单摆,都只能通过演示振子的运动过程帮助学生分析归纳运动的特点,不能在课堂上直接呈现简谐运动的本质精髓——振动图像($x-t$ 图)是一条正弦曲线.

2 振动图像的描绘

下面介绍两种对传统实验的改进,帮助学生在课堂上体味简谐运动的正弦规律.

2.1 自制振动图像描绘器

高中物理探究洛伦兹力时,教师利用电子感应圈产生的 $10\sim 100\text{ kV}$ 高压使阴极射线管的阴极发出电子流.其实,电子感应圈是一种可调的多用途高压电源,除了上述作用以外,还可用做低气压放电管、光谱管、伦琴射线管等的高压电源,也可演示空气中的火花放电现象、固液体介质的电击穿现象和在空气中取得臭氧的用途.若把感应圈的两极分别接触靠近且相互绝缘的两导体就有可能发生火花放电,而如果把高一时使用过的电火花式打点计时器配件——墨粉纸盘作为导体之一的話,利用放电瞬间石墨受热打点就可以记录另一导体的运动轨迹.基于打点计时器的设计灵感,教师可采用相似的装置自制弹簧振子的振动图像描绘器.

如图1所示,在一个具备简易气垫导轨装置的水平弹簧振子中央固定一根细长铜丝,桌上放置一块透明的有机玻璃,有机玻璃上表面有序地粘连一系列墨粉纸盘,墨粉纸盘上方放置一张长条形的白纸.电子感应圈不接放电针,通电后把产生的高压用导

线加在铜丝和墨粉纸盘之间, 振子左右振动时, 带动细铜丝同步振动, 铜丝和墨粉纸盘通过中间的绝缘体白纸不断火花放电, 在白纸上不断打点. 若事先在白纸中央画一条直线 OO' 使它平行于纸的长边, 作为图像的横轴, 操作者只要沿 OO' 的方向匀速地拖动白纸, 振子的 $x-t$ 图就完整地记录下来, 如图 2 所示.

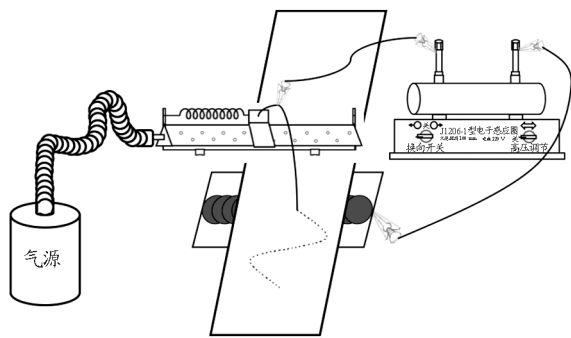


图 1 自制振动图像描绘器

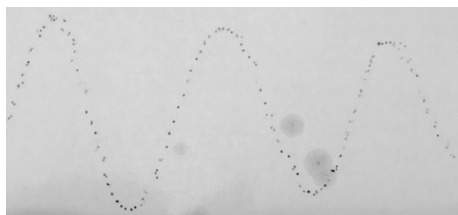


图 2 振子 $x-t$ 图

这种自制振动图像描绘器与教材上推荐的学生分组实验——合作模拟振动曲线(图 3)类似却更加精确和形象, 能让学生身临其境振动图像的产生过程, 充分体验真正弹簧振子的位移随时间的变化情况.

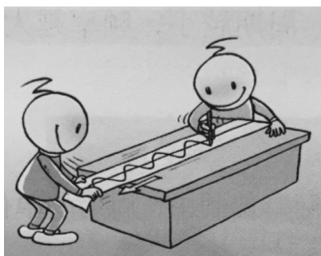


图 3 教材上的合作模拟振动曲线

课堂上, 结合演示实验, 可让学生边观察边思考.

问题一: 白纸上 OO' 轴的坐标代表什么物理量?

问题二: 若匀速拖动白纸的速度 v 已知, 在 OO'

轴上应该怎样标出时间的坐标刻度?

问题三: 这个图像是不是弹簧振子的运动轨迹? 如果不是, 那弹簧振子的轨迹是怎样的?

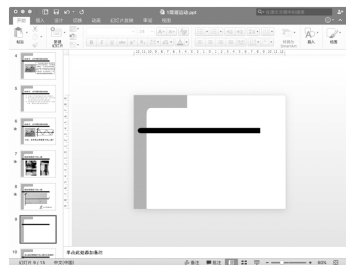
问题一和问题二是关于怎样把横轴由水平移动位移轴转变为时间轴的思维过渡, 问题三是明确描点成图的结果是位移时间关系而不是单纯的轨迹情况. 只要把这 3 个问题解决好, 学生对弹簧振子的位移-时间图像的来龙去脉和根源本质理解透彻, 通过观察和分析得到振子在每个时刻的位移和速度特征, 就能顺利构建出简谐运动的运动学知识体系.

通过电子感应圈发生的火花放电现象实现趣味性的实验演示, 巧妙地描绘出弹簧振子的位移-时间图像, 使简谐运动的概念变虚为实, 同时也能有效地激发学生的好奇心理, 唤起学生思索的欲望, 培养坚持真理、勇于创新 and 实事求是的科学态度.

2.2 用常见软件 ppt 拟合正弦曲线

利用弹簧振子频闪照片也能得到精确的位移-时间曲线. 只要选择若干个位置, 用刻度尺量出各个位置的横纵坐标, 代入根据图像写出的正弦函数表达式进行检验; 也能测量小球在各个位置的横纵坐标, 把测量值输入计算机, 用软件作出这条曲线, 再用正弦函数曲线拟合. 这两种方法虽然简单易懂, 但是在课堂上操作恐怕会受时间因素的影响. 因此, 这里介绍一种简洁、直观、快捷的方法——用 ppt 拟合正弦曲线.

如图 4 所示, 事先拍摄好弹簧振子运动两个以上周期的视频, 并且把视频分解成帧, 然后打开一张空白的 ppt, 把这些相隔相等时间的照片插入同一张幻灯片中, 照片会按拍摄时间的先后一帧一帧地自动向右平铺, 接着全选所有照片并左对齐, 便能得到钢球在不同时刻的位置, 每张照片的上下排列间距默认值相同, 相当于把经过相等时间间隔的钢球位置完整记录下来.



(下转第 86 页)

方向,对已经给的物理量,要明确的带上方向,对于未知的,可以根据求出的结果,去判断它的方向与正方向的关系,是同向或者反向.

2.4 注意物理量表达的严谨性

有一些同学上面3部分工作都做好了,但却因为审题不清,没有应用题设符号表达,或者对有变化的物理量没有区分,被扣了不少分,这个是非常可惜的,但是也反应这部分考生学习物理时缺乏严谨性.

典型错误:

(1) 式(1)写成 $qE_1 - mg = ma_1$; 式(3)写成 $-qE_1 - mg = ma_2$; 式(5)写成 $v_2 = v_0 - 2gt$ 等等;

(2) 式(1)~(4)中的加速度都用 a 表示,或者速度都用 v 表示,没有用下标区分.

物理是一门非常严谨的学科,因此一定要注意每个量的正确性,题目中给出的,一定要用题目给出的来表达.如果题目中某个物理量有变化,一定要用不同的下标区分.

2.5 计算能力

本题数学变化和计算部分占了很多分,能写出

(上接第70页)



图4 拟合正弦曲线

3 结束语

这种方法的高明之处在于巧妙运用 Microsoft powerpoint 中图片插入的次序规律和对齐处理的特点,操作便捷,分秒之间弹簧振子的振动图像一目了然,轻松引领学生进入直观、形象、模拟的场景,使学生犹如身临其境,探究积极性和学习兴趣倍增.当

E_1 和 E_2 的关系,计算出结果的同学真的是凤毛麟角.一方面是考试时间比较紧张,另一方面是学生的计算能力很差,初中就养成了用计算器的习惯,很简单的计算都离不开计算器,导致高中碰到复杂的计算直接放弃,更不用说复杂的变形了.但今年高考的物理,计算部分的分值占了较大比重,所以在以后的学习中一定要注重这方面的练习.最后,看起来答案的公式大部分都很简单,考查的是最基本的匀变速直线运动的问题,过程也只有两个,但是要想得到十分以上,对物理基本功的要求也是非常高的.因此,对于物理的学习和备考,我们没有套路,没有捷径,我们一定要按照学习物理的规律,多花时间在物理概念的建构过程、物理规律的探索过程中,让学生感受物理的思想方法,一步一步扎实地掌握好最基本的物理能力,有效培养学生的物理核心素养,才能取得理想的成绩.

参考文献

- 1 华汉.98 高考物理答题典型错误分析. 试题分析, 1998(z2):18 ~ 23

然,在操作过程中也有一些注意事项:比如说拍视频的过程中,最好采用竖直的弹簧振子,振动幅度不能太大,不然平衡位置处的速度太大,相应的那帧照片中振子就是一条模糊的线,质点模型不够直观,振动幅度也不能太小,不然正弦规律不明朗;视频的取景最好让弹簧振子的振动轨迹靠近视频框的边缘,使照片左对齐的时候能让弹簧振子显露出来,清晰精确地描绘出振动曲线.

当然,作为自然界中最简单的变加速过程——简谐运动,它的运动规律中展示出来的正弦美和对称美不仅仅可以通过上述两种方法实现,物理课堂还能变幻出更丰富更多元的创新实验手法.物理教师要针对高中物理教材和学生现有状况充分分析,引导学生去理解规律、探究本源,从而构建具有个性化的物理知识体系.具体措施可以考虑结合现代多媒体技术和数字化工具改进已有的传统实验,设置合理的教学层次,实施适当的教学方法,降低思维和理解的“台阶”,保护学生学习物理的动力和兴趣,帮助学生树立起学好物理的信心.

参考文献

- 1 胡纪明.“简谐运动”教学设计. 中学物理教学参考, 2010,39(3):20 ~ 22