

## 如何认识弹簧振子和单摆的构成

金丽萍 陈敏华

(浙江省绍兴县豫才中学 浙江 绍兴 312000)

(收稿日期:2012-12-07)

**摘要:**在传统物理课程中,通常认为弹簧振子是由弹簧和振子组成的,而单摆是由摆球和细线组成的.然而,根据德国卡尔斯鲁厄物理课程关于动量流和能流的概念,这一传统的观点是不全面的,应予修正.

**关键词:**弹簧振子 单摆 动量流 能量流 KPK

机械振动系统(如弹簧振子和单摆)是由什么组成的?我国现行高中物理教科书是这样回答这个问题的:

对于弹簧振子<sup>[1]</sup>,

“弹簧振子是小球和弹簧所组成的系统的名称,……”

“弹簧的下端悬挂一个钢球,上端固定,它们组成了一个振动系统.”

上面第一句话指水平放置的弹簧振子,第二句话指竖直悬挂的弹簧振子.显然,这两句话表明这两种弹簧振子都是由弹簧和小球组成的.

对于单摆<sup>[2]</sup>,

“……如果细线的质量与小球相比可以忽略;球的直径与线的长度相比也可以忽略,这样的装置就叫做单摆……”

虽然此教科书没有明确指出单摆的振动系统是由什么组成的,但从这里可以看出,它指的就是细线和摆球.

机械振动系统组成的界定标准是什么?在机械振动系统中,周期性地来回流动的动量和能量的所到之处都是这个系统的一个组成部分.在德国卡尔斯鲁厄物理课程(简称KPK)中,作者通过分析得出结论:地球是振动系统的一部分.对于水平放置的弹簧振子,弹簧、物体和地球是这个振动系统的组成;动量在物体和地球之间通过弹簧周期性地来回流动,能量在物体和弹簧之间周期性地来回流动.对于竖直悬挂的弹簧振子,弹簧、物体、地球和地球周围

的引力场是这个振动系统的组成;动量在物体、地球和引力场之间周期性地来回流动,能量在物体、弹簧和引力场之间周期性地来回流动;对于单摆,摆线、摆球、地球和地球周围的引力场是这个振动系统的组成,动量在摆球、地球和引力场之间周期性地来回流动,能量在摆球和引力场之间周期性地来回流动<sup>[3]</sup>.

当我们问学生:“做简谐运动的物体受到的回复力是内力还是外力”时,由于他们不清楚简谐振动系统的组成,所以都把它当作外力.即使有些教材把回复力当作振动系统的内力<sup>[4]</sup>,但由于没有对振动系统做正确的界定,学生不能真正理解其含义.其实,对于振动系统来说,回复力是内力.弄清楚这一点,在教学上可以帮助学生辨别固有振动、阻尼振动、受迫振动和自激振动这些概念.固有振动是振动系统不受外力作用时的振动,所以又叫自由振动.阻尼振动是振动系统受外界阻力时的振动.受迫振动是振动系统受周期性变化的外力作用时的振动;当外力的变化频率与振动系统的固有频率相等时就会发生共振现象.自激振动是振动系统在恒定的外力作用下的振动;电铃和钟摆的振动就是自激振动,而不是受迫振动.

显然,正确地界定振动系统的范围,对于学生正确理解振动过程的本质和掌握相关概念都是非常重要的.

对于弹簧振子,我们应该先让学生运用已经学过的力学知识分析由两个物体和一个弹簧组成的振

动系统(如图1),并用气垫导轨来演示分析的结果。

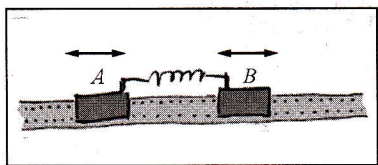


图1 由两个物体和一个弹簧组成的振动系统

通过分析,最后可以得出结论:两个物体相互作用时,如果一个物体的质量比另一个物体的质量大得多,那么两个物体之间有动量来回流动,但没有能量流动.因此,弹簧振子实质上也是由两个物体和一个弹簧组成的振动系统,只不过其中一个物体是质量比另一个物体大得多的地球。

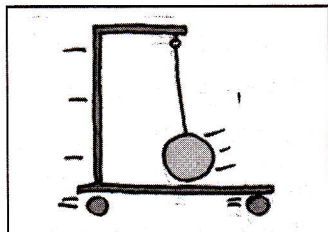


图2 动量在摆球和小车之间来回流动

对于单摆,首先要告诉学生,单摆的振动看上去是二维运动,但如果我们把摆角限定在很小的角度,它可以被近似地看成一维运动;这时,摆球的动量的竖直分量比水平分量小得多,摆球的水平动量按正弦规律变化.然后,我们可以给学生演示如图2所示的现象.这个现象告诉我们,当摆球振动时,小车也

来回运动,而且总是与摆球运动的方向相反.这表明水平动量在摆球和小车之间来回流动.我们可以从这个装置中看出在每一时刻水平动量在什么地方.如果把单摆安装在地面上,水平动量将在摆球和地球之间来回流动。

我们还应该从能量流动的角度来帮助学生分析单摆的振动过程.要使单摆振动,我们必须先把物体提高到一定的高度.这样,我们实际上把能量储存到了引力场中.把摆球放掉后,它就开始运动起来.刚开始时,它的高度越来越小,而速度越来越大.摆球到达最低点时,它的速度达到最大.摆球过了最低点后,它的速度越来越小,能量又从摆球流回到引力场.因此,引力场和摆球是两个储能器。

由此,我们可以告诉学生:单摆这个振动系统由摆球、摆线、地球和地球周围的引力场组成。

#### 参考文献

- 1 人民教育出版社课程教材研究所物理课程教材研究开发中心.普通高中课程标准实验教科书·物理(选修3-4).北京:人民教育出版社,2007.2
- 2 人民教育出版社课程教材研究所物理课程教材研究开发中心.普通高中课程标准实验教科书·物理(选修3-4).北京:人民教育出版社,2007.13
- 3 F. Herrmann, 陈敏华.波动与信息.上海:上海教育出版社,2009.4~5,11
- 4 张越,徐在新,等.高级中学课本物理拓展型课程I(第一册).上海:华东师范大学出版社,2007.74

## 对“功的实验原理”实验改进

吴媛媛

(青岛第七中学 山东 青岛 266001)

(收稿日期:2012-10-15)

进行“功的实验原理”实验时,测量重物上升和弹簧测力计下降的距离难以测准,根据创造技法中的组合法我们提出了改进这一实验的方法:把坐标纸粘在一张大的硬纸板上,紧贴杠杆背面放置,数数移动的格数。

这个装置能方便地读出距离,再将方形的纸板变成圆形,圆心即为杠杆的支点,杠杆的长度即为圆

的直径;除了原来的方形格,还从圆心开始每隔 $30^\circ$ 画带刻度的半径,圆盘和杠杆都可随意转动,再在支点处加一把工形尺,可以方便的读数.圆盘还可以成为大的定滑轮,将圆盘边缘进行凹槽处理,可以做定滑轮相关实验。

此实验装置在山东省第三届实验创新大赛中获得一等奖。

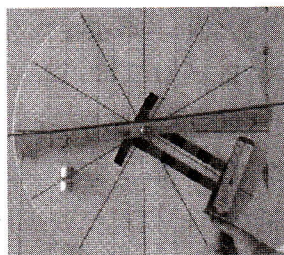


图1