

物理实验



自制竖直弹簧上小球的运动实验装置*

徐志平

(海安县实验中学 江苏 南通 226600)

(收稿日期:2016-05-10)

摘要:用实验室原有的量筒、弹簧、金属球、塑料球、玻璃棒等自制竖直弹簧上小球的运动实验装置,观察、思考、分析其运动过程中力、加速度、速度、动能、重力势能、弹性势能等的变化,找好转折点,总结其规律。

关键词:竖直弹簧 小球 速度变化 功 能量变化

小球在竖直弹簧上的运动过程中的力、加速度、速度、动能、重力势能、弹性势能等是不断变化的,怎样变化是许多学生一直理解不透的.为了帮助学生理解运动过程的变化,利用实验室已有的器材,自制了竖直弹簧上小球的运动实验装置。

器材:

量筒1支(量程100 mL,高27 cm,内径2.6 cm),轻质圆柱形弹簧1根(丝径0.1 cm,外径2.2 cm,节距1 cm,自由高度15 cm),金属球、塑料球各1个(半径均为2.5 cm),玻璃棒1根(长30 cm,有时也可用铅笔、直尺等代替),记号笔1支.实验器材如图1所示。



图1 实验器材

1 实验一

1.1 步骤

(1) 将量筒放在水平桌面上,开口朝上,将轻弹簧放到量筒中,待其静止后,在量筒上记下弹簧上端对应的位置A,如图2所示。

(2) 将金属球从量筒口放入量筒中,待其静止后,在量筒上记下弹簧上端对应的位置B,如图3所示,然后取出金属球。

(3) 将金属球从量筒口O由静止释放,落入量筒中,观察小球与弹簧作用过程中速度等物理量的变化,记下小球到达的最低点C,如图4所示。

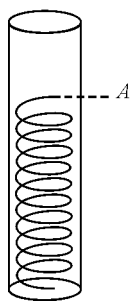
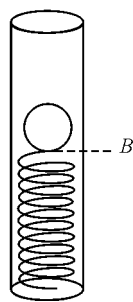
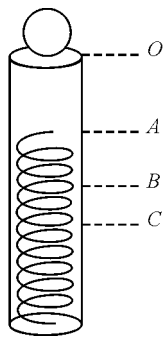


图2 弹簧静止

图3 金属球放在
弹簧上静止图4 金属球从筒口
静止释放

1.2 现象

小球从O点到A点速度增大,从A点到B点速度依然增大,从B点到C点速度减小。

* 南通市教育科学研究中心立项课题“重组物理实验器材,自制物理实验装置”,项目编号:193

作者简介:徐志平(1970-),男,中教高级,主要从事中学物理教学及研究。

1.3 思考

(1) 小球在 B 处时受到哪些力作用, 什么关系?

(2) 小球在从 A 到 B 的运动过程中受到哪些力作用, 什么关系? 此过程中小球的加速度、速度分别如何变化?

(3) 小球在从 A 到 B 的运动过程中, 哪些力做功, 重力势能、弹性势能、动能分别如何变化?

(4) 小球在从 B 到 C 的运动过程中受到哪些力作用, 什么关系? 此过程中小球的加速度、速度分别如何变化?

(5) 小球在从 B 到 C 的运动过程中, 哪些力做功, 重力势能、弹性势能、动能分别如何变化?

1.4 分析

(1) 小球在 B 处时受到重力、弹簧弹力作用, 二力平衡, 如图 5 所示.

(2) 小球在从 A 到 B 的运动过程中受到重力、弹簧弹力作用, 重力大于弹簧弹力, 如图 6 所示, 弹簧弹力由零逐渐增大到等于重力, 此过程中小球的加速度减小, 速度增大.

(3) 小球在从 A 到 B 的运动过程中, 重力做正功, 弹簧弹力做负功, 合外力做正功, 重力势能减少, 弹性势能增加, 动能增加.

(4) 小球在从 B 到 C 的运动过程中受到重力、弹簧弹力作用, 重力小于弹簧弹力, 如图 7 所示, 弹簧弹力由等于重力逐渐增大, 此过程中小球的加速度增大, 速度减小.

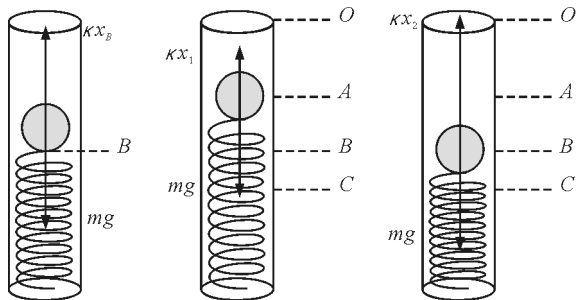


图 5 在 B 处受力分析

图 6 从 A 到 B 受力分析

图 7 从 B 到 C 受力分析

(5) 小球在从 B 到 C 的运动过程中, 重力做正功, 弹簧弹力做负功, 合外力做负功, 重力势能减少, 弹性势能增加, 动能减少.

1.5 说明

实际实验中, 运动过程中由于有阻尼作用, 小球下落速度最大处应在 B 点上方一点.

2 实验二

2.1 步骤

(1) 将金属球放到弹簧上, 用玻璃棒将弹簧压缩到 D 点(在 B, C 两点间某处), 然后突然抽出玻璃棒, 让小球弹上去, 观察小球的运动速度等物理量的变化, 记下最高点 O_1 , 如图 8 所示, 取出金属球, 用刻度尺量出 DO_1 距离 H_1 .

(2) 将塑料球放到弹簧上, 用玻璃棒将弹簧压缩到 D 点, 然后突然抽出玻璃棒, 让小球弹上去, 观察小球的运动速度等物理量的变化, 记下最高点 O_2 , 如图 9 所示, 取出塑料球, 用刻度尺量出 DO_2 距离 H_2 .

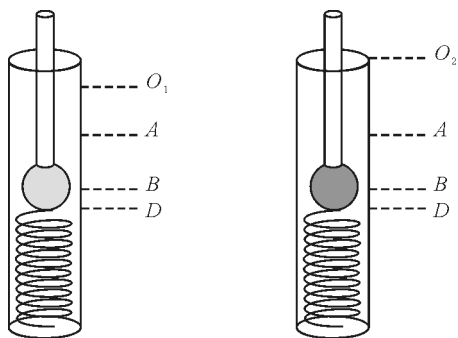


图 8 用玻璃棒压金属球

图 9 用玻璃棒压塑料球

(3) 用天平测出金属球的质量 M_1 , 塑料球的质量 M_2 .

2.2 现象

将相同的弹簧压到相同的位置释放, 金属球弹起的高度小于塑料球弹起的高度.

2.3 思考

(1) 小球弹起过程中, 加速度、速度如何变化, 重力势能、弹性势能、动能分别如何变化?

(2) 两小球弹起的高度与小球质量之间有何定量关系?

2.4 分析

(1) 小球弹起过程中, 先做加速度减小的加速运动, 再做加速度增大的减速运动, 离开弹簧后竖直上抛. 小球弹起过程中, 小球的重力势能增加, 弹簧的弹性势能减少(小球离开后弹簧弹性势能为零不变), 小球的动能先增加后减少.

(2) 在误差允许的范围内, 可以得到 $M_1 H_1 = M_2 H_2$. 因为初始状态下弹簧的弹性势能相同(都到 D 点), 弹起过程中系统机械能守恒, 最高点时小球的重力势能也就相同.