



01

# 教材实验7 验证机械能守恒定律



## 4.实验步骤

(1) 安装器材：将[2] 打点计时器固定在铁架台上，用导线将打点计时器与电源相连。

(2) 打纸带

用手竖直提起纸带，使重物停靠在打点计时器下方附近，先[3] 接通电源，再[4] 释放纸带，让重物自由下落，打点计时器就在纸带上打出一系列的点，取下纸带，换上新的纸带，重打几条（3 ~ 5条）。

(3) 选纸带：从打出的几条纸带中选出一条点迹清晰的纸带。

(4) 进行数据处理并验证。

## 5.数据处理

### 方案1 利用起始点和第 $n$ 点计算

代入 $mgh_n$ 和 $\frac{1}{2}mv_n^2$ ，如果在实验误差允许的范围内， $mgh_n$ 和 $\frac{1}{2}mv_n^2$ 相等，则验证了机械能守恒定律.

## 方案2 任取两点计算

(1) 任取两点 $A$ 、 $B$ ，测出 $h_{AB}$ ，算出 $mgh_{AB}$ 。

(2) 算出 $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$ 的值。

(3) 在实验误差允许的范围内，若 $mgh_{AB} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$ ，则验证了机械能守恒

定律。

## 方案3 图像法

从纸带上选取多个点，测量从第一点到其余各点的下落高度 $h$ ，并计算各点速度的平方 $v^2$ ，然后以 $\frac{1}{2}v^2$ 为纵轴，以 $h$ 为横轴，根据实验数据作出 $\frac{1}{2}v^2 - h$ 图像。若在误

差允许的范围内图像是一条过原点且斜率为 $g$ 的直线，则验证了机械能守恒定律。

## 教材实验7 验证机械能守恒定律

### 6.注意事项

(1) 打点计时器要竖直：安装打点计时器时要竖直架稳，使其两限位孔在同一竖直线上，以减小[5] 摩擦阻力。

(2) 重物应选用质量大、体积小的。

(3) 应先接通电源，让打点计时器正常工作，后释放纸带让重物下落。

(4) 测长度，算速度：某时刻的瞬时速度的计算应用  $v_n = \frac{h_{n+1} - h_{n-1}}{2T}$ ，不能用

$v_n = \sqrt{2gh_n}$  或  $v_n = gt$  来计算。

(5) 此实验中不需要测量重物的质量。

# 教材实验7 验证机械能守恒定律

## 7.误差分析

(1) 本实验中因重物和纸带在下落过程中要克服各种阻力(空气阻力、打点计时器阻力)做功,故动能的增加量 $\Delta E_k$ 稍小于重力势能的减少量 $\Delta E_p$ ,即 $\Delta E_k < \Delta E_p$ ,这属于系统误差.改进的办法是调整器材的安装并选用质量大、体积小的重物,尽可能地减小阻力.

(2) 本实验的另一个误差来源于长度的测量,属于偶然误差.减小误差的办法是测下落距离时都从 $O$ 点量起,一次将各点对应的下落高度测量完,或者多次测量取平均值.

(3) 打点计时器产生的误差

①由于交流电周期变化,引起打点时间间隔变化而产生误差.

②计数点选择不好,振动片振动不均匀,纸带放置方法不正确引起摩擦,均可能造成实验误差.

# 一题通关

1. 小天同学用如图1所示的实验装置进行实验。

## 【实验原理】

(1) 在误差允许的范围内, 若带有纸带的重物自由下落的过程中动能的 增加量 ( 选填“减少量”或“增加量” ) 等于重力势能的 减少量 ( 选填“减少量”或“增加量” ) , 说明重物的机械能守恒。

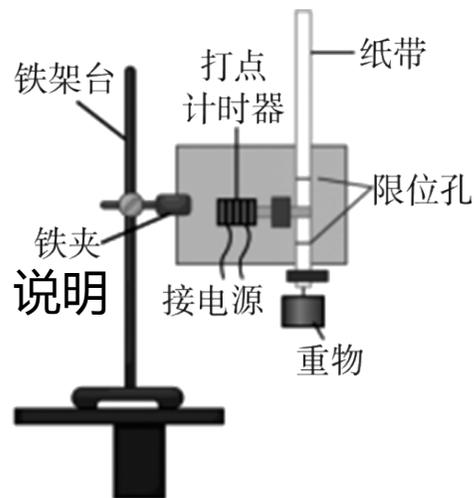


图1

### 【实验步骤】

(2) 将打点计时器固定在铁架台上，用导线将打点计时器与电源相连。纸带一端连接重物，另一端穿过打点计时器。手提纸带，使重物靠近打点计时器并静止。接通电源，松开纸带( 选填“接通电源，松开纸带”或“松开纸带，接通电源” )，让重物自由落下，打点计时器就会在纸带上打出一系列的点。多次重复上述实验步骤。

### 【注意事项】

(3) 对于该实验，下列操作中对减小实验误差有利的是 AB。

- A. 重物选用质量和密度较大的金属锤
- B. 两限位孔在同一竖直面内上下对正
- C. 精确测量出重物的质量

**【解题思路】** 选用质量和密度较大的金属锤、限位孔对正都可以减小实验误差，所以AB正确；动能与重力势能表达式中都含有质量 $m$ ，可以约去，故不需要测量出质量 $m$ 的具体数值，C错误。

### 【数据处理与误差分析】

(4) 选取点迹较为清晰的一条纸带如图2所示，在纸带上选取三个连续打出的点A、B、C，测得它们到起始点O的距离分别为 $h_A$ 、 $h_B$ 、 $h_C$ 。已知当地重力加速度为 $g$ ，打点计时器打点的周期为 $T$ ，设重物的质量为 $m$ 。从打O点到

打B点的过程中，重物的重力势能变化量 $\Delta E_n = \underline{-mgh_B}$ ，动能变化量 $\Delta E_k = \underline{\frac{1}{2}m\left(\frac{h_C-h_A}{2T}\right)^2}$ 。

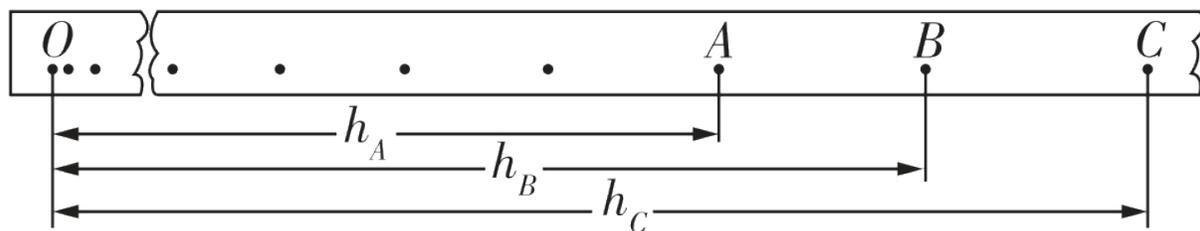


图2

【解题思路】从打O点到打B点的过程中，重物的重力势能减少了 $mgh_B$ ，变化量为 $-mgh_B$ ；打B点时的速度大小

$v_B = \frac{h_C-h_A}{2T}$ ，动能 $E_k = \frac{mv_B^2}{2}$ ，联立解得 $E_k = \frac{1}{2}m\left(\frac{h_C-h_A}{2T}\right)^2$ ，故动能变化量 $\Delta E_k = E_k - 0 = \frac{1}{2}m\left(\frac{h_C-h_A}{2T}\right)^2$ 。

(5) 若以A点为起始点, 分别测出各计时点到A点的距离分别为 $h_{AB}$ 、 $h_{AC}$ ……, 假设重物下落过程机械能守恒。由对应的与A点的距离 $h$ 依次算出纸带速度平方的理论值, 描绘出如图3甲所示的图线, 则该图线的斜率应为 $2g$  (用题中给出的物理量表示)。

**【解题思路】** 设A点的速度为 $v_0$ , 由机械能守恒定律有 $mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2$ , 整理得

$v^2 = 2gh + v_0^2$ , 则斜率等于 $2g$ 。

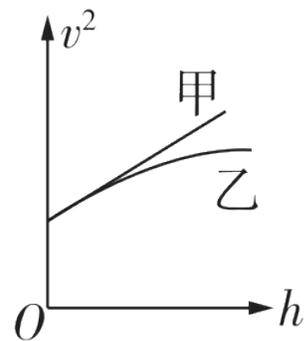


图3

(6) 又由纸带上各计时点间的距离依次算出在打出点A、B、C……时重物的实际速度。根据得出的实验数据描绘出如图3乙所示的图线，发现实际速度与理论速度间的差值越来越大，出现这种现象的原因可能是见解析。

**【解题思路】** 真实速度与理论速度间的差值越来越大，说明运动过程中机械能损失得越来越快，即阻力越来越大，其原因可能是速度越大，振针与纸带间的阻力或空气阻力越大。

### 【实验拓展与创新】

(7) 为了探究实验过程中空气阻力对实验的影响，该同学用图4所示的实验装置进行实验。用游标卡尺测出小铁球的直径 $d$ 后，调整 $A$ 、 $B$ 之间的距离 $H$ ，记录下小铁球通过光电门 $B$ 的时间 $t$ ，多次重复上述过程，作出 $\frac{1}{t^2}$ 随 $H$ 变化的图像如图5所示。若小铁球下落过程中机械能守恒，则该直线斜率为 $k_0$ ，但是在实验中根据数据实际绘出的 $\frac{1}{t^2} - H$ 图线斜率为 $k(k < k_0)$ ，则实验过程中小球所受的平均阻力 $f$ 与小球重力 $m_0g$ 的比值 $\frac{f}{m_0g} = \frac{k_0 - k}{k_0}$ （用 $k$ 、 $k_0$ 表示）。

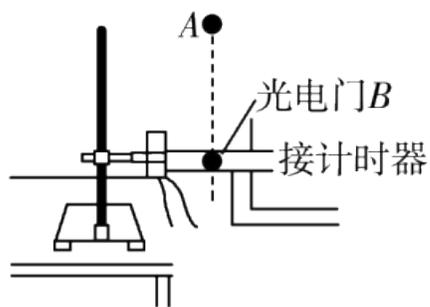


图4

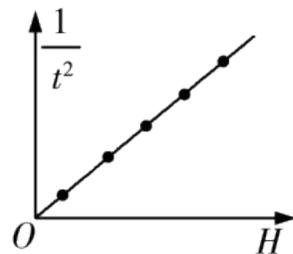


图5

**【解题思路】**若小铁球机械能守恒，则有 $m_0gH = \frac{1}{2}m_0\left(\frac{d}{t}\right)^2$ ，整理可得 $\frac{1}{t^2} = \frac{2g}{d^2}H$ ，则直线斜率 $k_0 = \frac{2g}{d^2}$ ；实验过程中有阻力，设平均阻力的大小为 $f$ ，由动能定理可得 $m_0gH - fH = \frac{1}{2}m_0\left(\frac{d}{t}\right)^2$ ，整理得 $\frac{f}{m_0g} = 1 - \frac{d^2}{2gHt^2} = 1 - \frac{d^2}{2g} \cdot \frac{1}{H}$   
 $= 1 - \frac{1}{k_0} \cdot k = \frac{k_0 - k}{k_0}$ 。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/585120212102012010>