

## 第5节 实验：验证机械能守恒定律

### 导学案

#### 【学习目标】

- 1.能通过合作设计实验方案，获取数据。
- 2.能分析数据，验证机械能守恒定律，能反思实验过程，尝试减小实验误差。
- 3.能认识科学规律的建立需要实验证据的检验。

#### 【学习重难点】

- 1.实验方案的设计及数据的获取（重点）
- 2.实验数据的分析和误差的分析（重点难点）

#### 【知识回顾】

##### 一、动能和势能的相互转化

1.重力势能与动能：只有重力做功时，若重力对物体做正功，则物体的重力势能\_\_\_\_，动能\_\_\_\_，\_\_\_\_转化成了动能；若重力做负功，则\_\_\_\_转化为\_\_\_\_。

2.弹性势能与动能：只有弹簧弹力做功时，若弹力做正功，则弹簧弹性势能\_\_\_\_，物体的动能\_\_\_\_，转化为动能。

##### 3.机械能

(1)定义：\_\_\_\_、弹性势能和\_\_\_\_都是机械运动中的能量形式，统称为机械能。

(2)机械能的改变：通过\_\_\_\_或弹力做功，机械能可以从一种形式转化为另一种形式。

##### 二、机械能守恒定律

1.内容：在只有\_\_\_\_或\_\_\_\_做功的物体系统内，动能与势能可以相互转化，而总的机械能\_\_\_\_。

2.表达式： $E_{k2} + E_{p2} = E_{k1} + E_{p1}$ 。

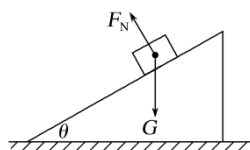
3.机械能守恒条件：只有\_\_\_\_或弹力做功。

#### 【自主预习】

##### 一、实验思路

1.自由下落的物体只受到\_\_\_\_作用，满足机械能守恒的条件。

2.物体沿光滑斜面下滑时，虽然受到重力和斜面的\_\_\_\_，但\_\_\_\_与物体位移方向垂直(如图)，对物体不做功，这种情况也满足机械能守恒的条件。



3.用细线悬挂的小球摆动时，细线的拉力与小球的运动方向\_\_\_\_，对小球不做功。如果忽略空气阻力，这个过程中只有重力做功，也满足机械能守恒的条件。

## 二、物理量的测量

需要测量三个物理量：物体的\_\_\_\_\_、物体所处位置的高度以及物体的\_\_\_\_\_。

### 【课堂探究】

复习与回顾：

- (1)机械能守恒的条件是什么？
- (2)对于一个物体或系统，机械能守恒的表达式是什么？
- (3)你是否可以举一些生活中机械能守恒的实例？

## 一、实验思路

思考与讨论：

- (1)根据你所设计验证机械能守恒定律的实验方案，结合机械能守恒定律，你认为在实验中需要测量哪些物理量？
- (2)根据你所学的以往的知识，你是否可以说一下用什么方法或者工具测量这些物理量呢？

## 二、物理量的测量

- (1)根据机械能守恒的条件和你所举的生活实例，你是否可以从中选择一个实例来验证机械能守恒定律呢？
- (2)说一说你如何用你选择的实例来验证机械能守恒定律？能否说一下具体的实验设计或者方案呢？

需要测量三个物理量：

- (1) \_\_\_\_\_（天平）；
- (2) \_\_\_\_\_（刻度尺）；
- (3) \_\_\_\_\_（速度传感器、光电门、纸带平均速度法）。

## 三、研究自由下落物体的机械能

思考与讨论：

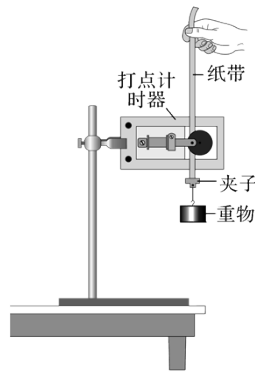
- (1)如果你要通过研究自由下落物体的机械能变化来验证机械能守恒定律，根据所要测量的物理量，你认为还需要哪些器材？
- (2)在使用这些器材进行测量时，你需要注意什么问题？
- (3)你是否可以设计出详细的实验方案，完成这个验证实验？

### 1.实验器材

铁架台(带铁夹)、\_\_\_\_\_、重物(带夹子)、纸带(数条)、复写纸、导线、毫米刻度尺、低压\_\_\_\_\_电源。

### 2.实验步骤

- (1)装置：按图所示将检查、调整好的打点计时器竖直固定在铁架台上，接好电路。



(2)打纸带: ①将纸带的一端用夹子固定在重物上, 另一端穿过打点计时器的\_\_\_\_\_孔, 用手提着纸带使重物静止在\_\_\_\_\_打点计时器的地方;

②先接通\_\_\_\_\_, 后松开\_\_\_\_\_, 让重物带着纸带自由下落;

③关闭电源, 取下纸带。更换纸带重复做 3~5 次实验。

(3)选纸带: 选取点迹清晰且第 1、2 两点间距接近\_\_\_\_\_mm 的纸带。

(4)测长度: 用毫米刻度尺测出所选定的各计时点到基准点的距离。

思考与讨论:

(1)为什么要选择第 1、2 两点间距接近 2 mm 的纸带?

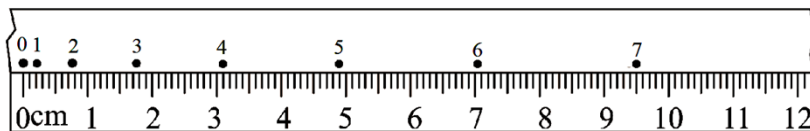
(2)你如何测量重物下降的高度, 测量时如何更加准确的读取数值?

(3)你如何测量纸带上某点的瞬时速度, 它的依据是什么?

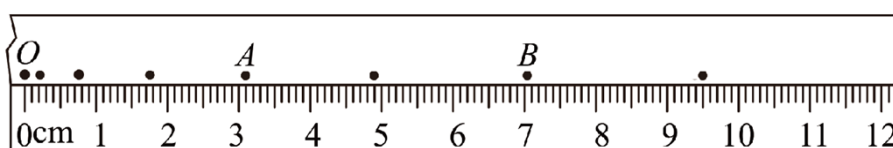
(4)在这一实验方案中, 你认为可以用什么样的方法来验证机械能守恒?

### 3. 数据分析

方法一: 利用起始点和第  $n$  点计算, 代入  $gh_n$  和  $\frac{1}{2}v_n^2$ , 如果在实验误差允许的范围内, \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_, 则验证了机械能守恒定律。

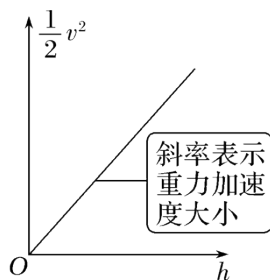


方法二: 任取两点计算。先任取两点  $A$ 、 $B$  测出  $h_{AB}$ , 算出  $gh_{AB}$ 。再算出  $\frac{1}{2}v_B^2 - \frac{1}{2}v_A^2$  的值。如果在实验误差允许的范围内, \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_, 则验证了机械能守恒定律。



方法三: 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\_\_\_\_\_为纵轴，以\_\_\_\_\_为横轴，绘出\_\_\_\_\_图线，若是一条过原点且斜率为\_\_\_\_\_的直线，则验证了机械能守恒定律。



思考与讨论：

- (1)你认为是否可以根据  $v=gt$  来求实验中所需要的某点的瞬时速度？
- (2)不能用这种方式求解某点瞬时速度的原因是什么？
- (3)你认为这个实验引起误差的原因有哪些，我们如何来减小误差呢？

#### 4. 注意问题

(1)减小各种阻力的措施：

①安装时使打点计时器的限位孔与纸带处于同一\_\_\_\_\_平面内；

②应选用质量和密度\_\_\_\_\_的重物。

(2)重物下落过程中要克服阻力做功，实验中动能增加量必定稍\_\_\_\_\_重力势能减少量，否则实验数据不准确。

### 四、研究沿斜面下滑物体的机械能

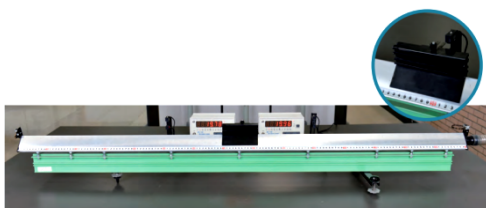
思考与讨论：

- (1)如果你要通过研究沿斜面下滑物体的机械能的变化来验证机械能守恒定律，根据所要测量的物理量，你认为还需要哪些器材？
- (2)在使用这些器材进行测量时，你需要注意什么问题？
- (3)你是否可以设计出详细的实验方案，完成这个验证实验？

#### 1. 实验器材与装置

(1)实验器材：气垫导轨、数字计时器、带有遮光条的滑块。

(2)实验装置：如图所示，把气垫导轨调成\_\_\_\_\_状态，滑块沿倾斜的气垫导轨下滑时，忽略空气阻力，重力势能减小，动能增大。



思考与讨论：

(1)为什么要用气垫导轨，它的作用是什么？

(2)你如何测量滑块下降的高度？

(3)你如何测量纸带上某点的瞬时速度，这个速度的测量值是否有误差，如果有误差，你认为如何减小误差呢？

## 2. 实验测量及数据处理

(1)测量两光电门之间的高度差  $\Delta h$ ;

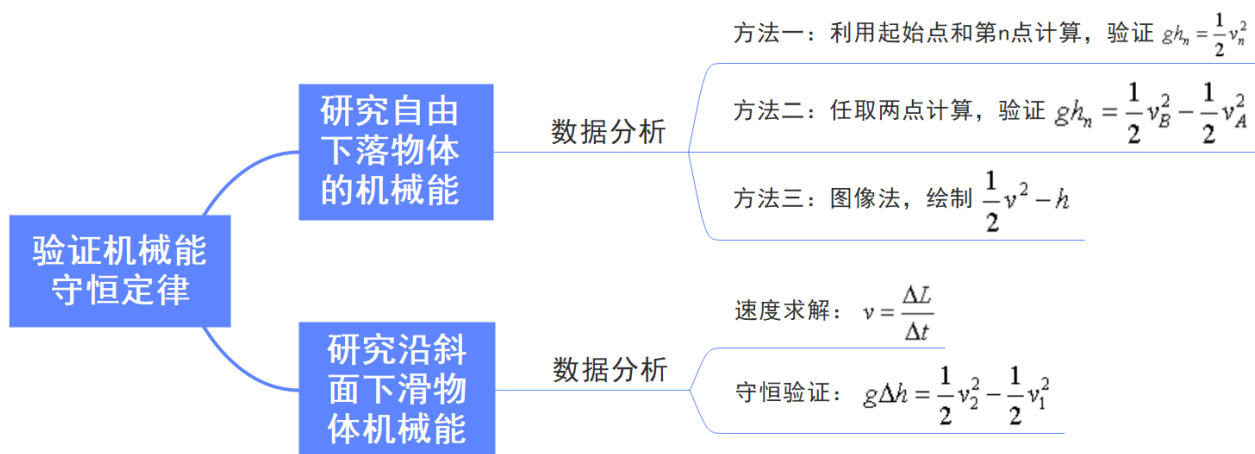
(2)滑块经过两光电门时遮光条遮光时间  $\Delta t_1$  和  $\Delta t_2$ ，计算滑块经过两光电门时的瞬时速度。若遮光条的宽度为  $\Delta L$ ，则滑块经过两光电门时的速度分别为  $v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ;

(3)若在实验误差允许范围内满足  $mg\Delta h = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ ，则验证了机械能守恒定律。

## 3. 误差分析

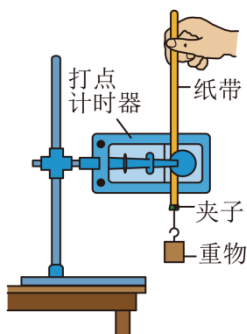
两光电门之间的距离稍大一些，可以减小误差；遮光条的宽度越         ，误差越小。

### 课堂小结：



### 【自我测评】

1. 某小组利用如图所示装置进行“验证机械能守恒定律”实验。

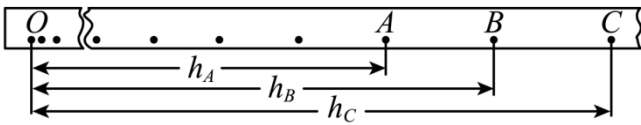


(1)下列说法正确的是 ( )

A. 本实验应选用密度大、体积小的重物

- B. 释放纸带时，重物应远离打点计时器
- C. 在“验证机械能守恒定律”时不需要知道当地的重力加速度
- D. 用刻度尺测出物体下落的高度  $h$ ，并通过  $v = \sqrt{2gh}$  计算出瞬时速度  $v$

(2) 实验中，先接通电源再释放纸带，得到下图所示的一条纸带。在纸带上选取二个连续打出的点  $A$ 、 $B$ 、 $C$ ，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  $g$ ，打点计时器使用的交流电的频率是  $f$ ，重物的质量为  $m$ ，则打下  $B$  点时，重物的重力势能减少量  $\Delta E_p =$  \_\_\_\_\_，动能增加量  $\Delta E_k =$  \_\_\_\_\_。



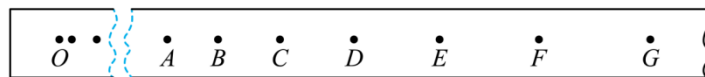
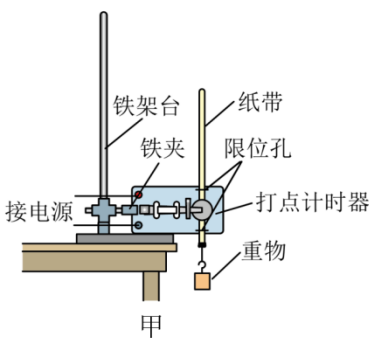
(3) 比较  $\Delta E_p$  与  $\Delta E_k$  的大小，重力势能的减少量大于动能的增加量，出现这一结果的原因可能是\_\_\_\_\_。

(4) 为提高实验结果的准确程度，某小组同学对此实验提出以下建议

- A. 两限位孔在同一竖直面内上下对正
- B. 精确测量出重物的质量
- C. 用手托稳重物，接通电源后释放重物

以上建议中确实对提高实验准确程度有作用的是\_\_\_\_\_。

2. 如图甲所示，打点计时器固定在铁架台上，使重物带动纸带从静止开始自由下落，利用此装置验证机械能守恒定律。



(1) 供实验选择的重物有以下四个，最优选择为\_\_\_\_\_；

- A. 质量为 10g 的砝码
- B. 质量为 200g 的木球
- C. 质量为 50g 的塑料球
- D. 质量为 200g 的铁球

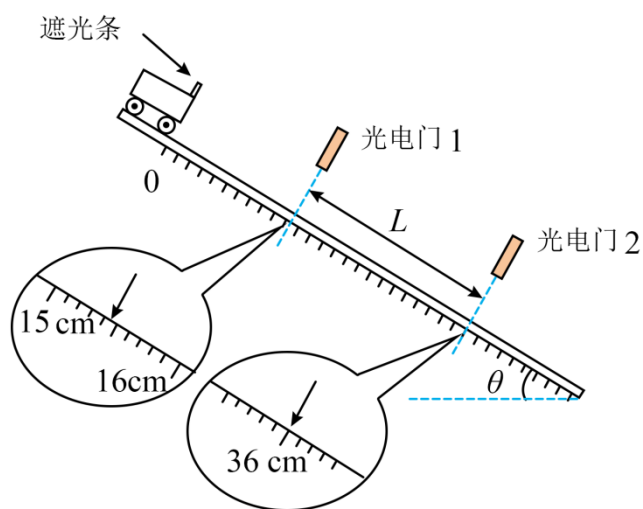
(2) 关于实验，下列说法中正确的是\_\_\_\_\_；

- A. 释放重物时要注意纸带是否竖直
- B. 重物的质量可以不测量

C. 实验中应先释放纸带，后接通电源      D. 可以利用公式  $v = \sqrt{2gh}$  来求解瞬时速度

(3) 实验得到如图乙所示的一条纸带。在纸带上选取连续打出的三个点  $A$ 、 $B$ 、 $C$ ，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  $g$ ，打点计时器打点周期为  $T$ 。设重物质量为  $m$ ，打  $O$  点到打  $B$  点的过程中，重物的重力势能减少量  $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ ，动能变化量  $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。在实验误差范围内， $\Delta E_p$  与  $\Delta E_k$  相等，则验证了机械能守恒定律。（用题中所给条件的字母表示）

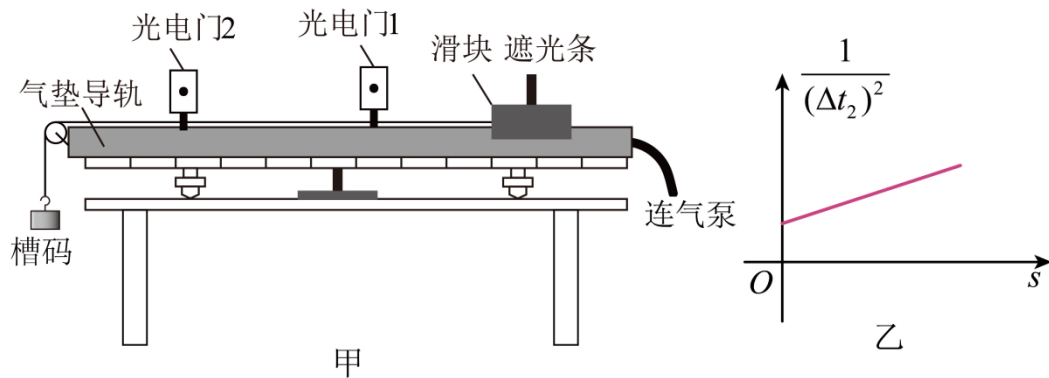
3. 某实验小组在验证机械能守恒定律中，设计了如图所示的实验装置，由倾角为  $\theta$  的平滑导轨、小车（带遮光条）和光电门组成。



(1) 在轨道上安装两个光电门，从刻度尺中测算出光电门间的距离  $L = \underline{\hspace{2cm}}$  cm，用游标卡尺测量出遮光条的宽度为  $d$ 。

(2) 小车从轨道某固定位置释放，记录小车经过光电门 1 的遮光时间为  $t_1$ ，经过光电门 2 的遮光时间为  $t_2$ ，则小车经过光电门 1 的速度为  $\underline{\hspace{2cm}}$ （用题目中的符号表示）。若满足关系式： $\underline{\hspace{2cm}}$ （用字母  $d$ 、 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $L$ 、 $g$  和  $\theta$  表示）即可验证机械能守恒。

4. 某实验小组利用图甲所示的装置，验证槽码和滑块（包括遮光条）组成的系统机械能守恒。将遮光条安装在滑块上，用天平测出遮光条和滑块的总质量  $M$ ，槽码和挂钩的总质量为  $m$ 。实验时，将滑块系在绕过定滑轮悬挂有槽码的细线上，滑块由静止释放，数字计时器记录下遮光条通过光电门 1 和 2 的遮光时间分别为  $\Delta t_1$  和  $\Delta t_2$ ，用游标卡尺测出遮光条的宽度  $d$ 。已知当地的重力加速度为  $g$ 。



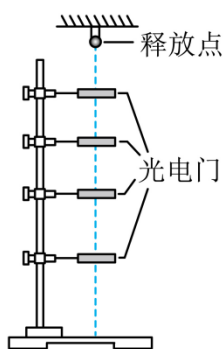
(1) 打开气泵，待气流稳定后调节气垫导轨，直至看到导轨上的滑块在短时间内保持静止，该操作的目的是\_\_\_\_\_；

(2) 本实验中\_\_\_\_\_（填“需要”或“不需要”）槽码和挂钩的总质量远小于遮光条和滑块的总质量；

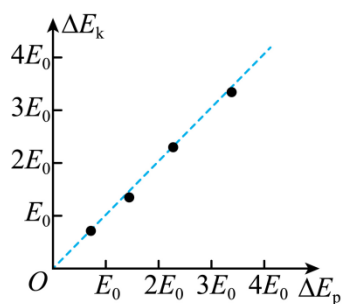
(3) 滑块通过光电门1时的瞬时速度  $v_1 =$  \_\_\_\_\_（用题中所给的物理量符号表示）；

(4) 保持光电门1的位置不变，移动光电门2，并测出光电门1和光电门2之间的距离  $s$ ，让滑块每次从相同的位置释放，多次实验，记录多组数据，作出  $\frac{1}{(\Delta t_2)^2}$  随  $s$  变化的图像如图乙所示。不考虑空气阻力，若该图线的斜率  $k =$  \_\_\_\_\_，就可以验证系统的机械能守恒。

5. 某同学设计实验验证机械能守恒定律，装置如图(a)所示。一质量为  $m$ 、直径为  $d$  的小球固定于释放装置上，在小球正下方固定四个光电门，调节各光电门的中心，使其与小球的球心均在同一竖直线上。由静止释放小球，记录小球通过每个光电门的挡光时间，重力加速度为  $g$ 。



图(a)



图(b)

(1) 若测得某光电门的中心与释放点的竖直距离为  $h$ ，小球通过此光电门的挡光时间为  $\Delta t$ ，则小球从释放点下落至此光电门中心时的动能增加量  $\Delta E_k =$  \_\_\_\_\_，重力势能减小量  $\Delta E_p =$  \_\_\_\_\_（用题中字母表示）；

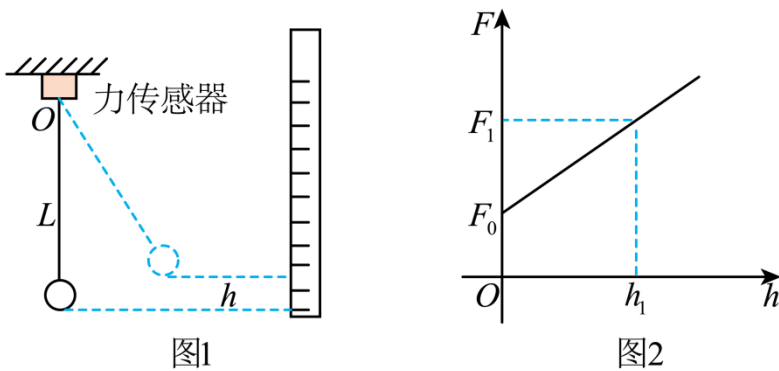
(2) 根据实验数据，作出  $\Delta E_k - \Delta E_p$  的图像，如图(b)所示。若图中虚线的斜率  $k \approx$  \_\_\_\_\_

，则可验证机械能守恒定律；

(3) 经过多次重复实验，发现小球经过第三个光电门时， $\Delta E_k$ 总是大于 $\Delta E_p$ ，下列原因中可能的是\_\_\_\_\_。

- A. 第三个光电门的中心与释放点的竖直距离测量值偏大
- B. 第三个光电门的中心偏离小球下落时球心所在的竖直线
- C. 小球下落过程中受到空气阻力的作用

6. 如图 1 所示，某同学用图示装置验证机械能守恒定律，细线上端系在力传感器下端  $O$  点，细线下固定一小球，实验操作如下：



- ①测出球心到  $O$  点的距离  $L$ ；
- ②在竖直面内固定刻度尺，调整刻度尺  $0$  刻度与小球底部对齐，将小球拉至某一高度，读出小球底部上升的高度  $h$ ；
- ③无初速度释放小球，读出小球摆动过程中的拉力传感器的最大示数  $F$ ；
- ④改变小球拉起的高度，重新实验读出对应的  $h$  和  $F$ ；
- ⑤作出的  $F-h$  图像如图 2 所示，图中的  $F_0$ 、 $F_1$ 、 $h_1$  为已知量。

(1) 实验中的小球应选用中间有孔的\_\_\_\_\_（填选项序号）。

- A. 塑料球
- B. 泡沫球
- C. 铁球

(2) 由题中信息可知，小球从  $h_1$  高处摆到最低点的过程重力势能的减少量为\_\_\_\_\_，小球动能的增加量为\_\_\_\_\_。（用图中数据及所测物理量符号表示）。

(3) 测得  $F-h$  图像的斜率为  $k$ ，如果该过程满足机械能守恒定律，则  $k=_____$ （用图中数据及所测物理量符号表示）。

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/838120061134007032>