

## 实验 9 气垫导轨实验

### 引言

气垫导轨是利用气垫原理进行工作的，它利用微音气泵将压缩空气打入导轨的空腔里，再由导轨表面按一定规律分布的许多小孔中喷射出，在导轨平面与滑行器内表面之间形成一个薄空气层——气垫，滑行器被气垫托起来悬浮在导轨上面，滑行器在气轨表面运动过程中，只受到很小的空气粘滞阻力的影响，能量损失极小，故滑行器的运动可以近似地看作是无摩擦阻力的运动。极大地减少了力学实验中由于摩擦力引起的误差，使实验结果基本上接近理论值，提高了实验精度，实验现象真实直观，实验效果明显，易为学生接受。

### 实验目的

- 1、学习气垫导轨和数字毫秒计数器的使用方法。
- 2、在气垫导轨上测量物体的速度和加速度，并验证牛顿第二定律。

### 实验原理

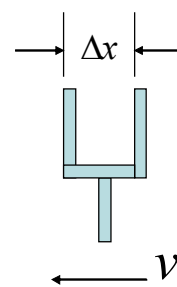
1、采用气垫技术，使被测物体“漂浮”在气垫导轨上，没有接触摩擦，只用气垫的粘滞阻力，从而使阻力大大减小，实验测量值接近于理论值，可以验证力学定律。

2、电脑计数器（数字毫秒计）与气垫导轨配合使用，使时间的测量精度大大提高（可以精确到 0.01ms），并且可以直接显示出速度和加速度大小。

#### 3、速度的测量

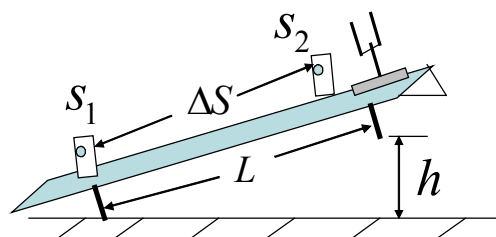
如图，设 U 型挡光条的宽度为  $\Delta x$ ，电脑计数器显示出来的挡光时间为  $\Delta t$ ，则滑块在  $\Delta t$  时间内的平均速度为  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ； $\Delta x$  越小（ $\Delta t$  越小）， $\bar{v}$  就越接近该位置的即时速度。实验使用的挡光条的宽度远小于导轨的长度，故可将

$\frac{\Delta x}{\Delta t}$  视为滑块经过光电门时的即时速度，即  $v \approx \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 。



#### 4、加速度的测量

将导轨垫成倾斜状，如右图示：两光电门分别位于  $s_1$  和  $s_2$  处，测出滑块经过  $s_1$ 、 $s_2$  处的速度  $v_1$  和  $v_2$ ，以及通过距



离  $\Delta s$  所用的时间  $t_{12}$ ，即可求出加速度：

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_{12}} \quad \text{或} \quad a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \bullet \Delta s}$$

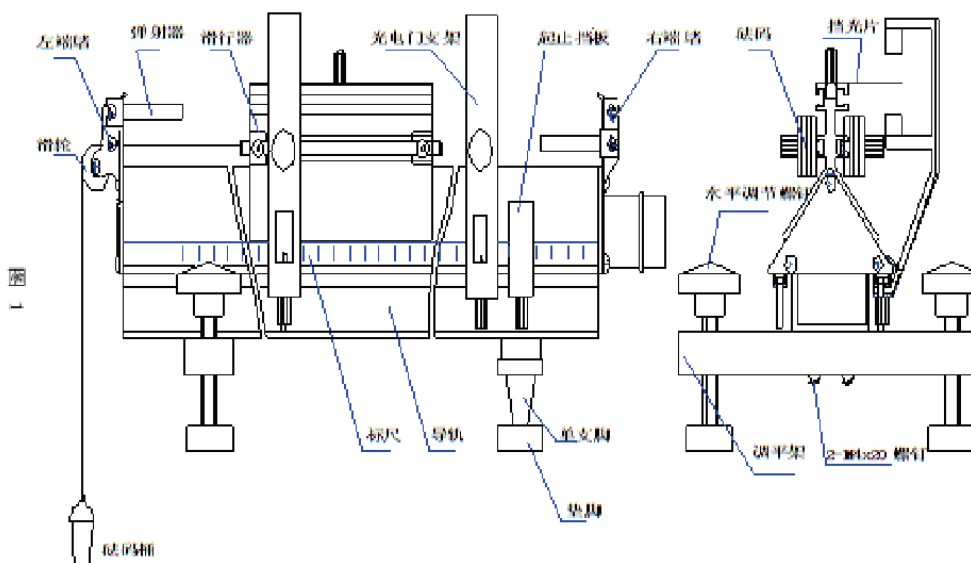
速度和加速度的计算程序已编入到电脑计数器中，实验时也可通过按相应的功能和转换按钮，从电脑计数器上直接读出速度和加速度的大小。

### 5、牛顿第二定律得研究

若不计阻力，则滑块所受的合外力就是下滑分力， $F = mg \sin \theta = mg \frac{h}{L}$ 。假定牛顿第二定律成立，有  $mg \frac{h}{L} = ma_{\text{理论}}$ ， $a_{\text{理论}} = g \frac{h}{L}$ ，将实验测得的  $\bar{a}$  和  $a_{\text{理论}}$  进行比较，计算相对误差。如果误差实在可允许的范围 ( $<5\%$ )，即可认为  $\bar{a} = a_{\text{理论}}$ ，则验证了牛顿第二定律。(本地  $g$  取  $979.5 \text{cm/s}^2$ )

### 实验仪器

J2125 型气垫导轨,存储式数字毫秒计数器



### 实验内容

#### 1、将气垫导轨调成水平状态

先“静态”调平（粗调），后“动态”调平（细调），“静态”调平应在工作区间范围内不同的位置上进行 2~3 次，“动态”调平时，当滑块被轻推以  $50 \text{cm/s}$  左右的速度（挡光宽度  $1 \text{cm}$ ，挡光时间  $20 \text{ms}$  左右）前进时，通过两光电门所用的时间之差只能为

零点儿毫秒，不能超过 1 毫秒，且左右来回的情况应基本相同。两光电门之间的距离一般应在 50cm~70cm 之间。

## 2、测滑块的速度

①气垫调平后，应将滑块先推向左运动，后推向右运动（先推向右运动，后推向左运动，或者让滑块自动弹回），作左右往返的测量；

②从电脑计数器上记录滑块从右向左或从左向右运动时通过两个光电门的时间  $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$ ，然后按转换键，记录滑块通过两个光电门速度  $v_1$ 、 $v_2$ ，如此重复 3 次，将测得的实验数据计入表 1，计算速度差值。

## 3、测量加速度，并验证牛顿第二定律

在导轨的单脚螺丝下垫 2 块垫片，让滑块从最高处由静止开始下滑，测出速度  $v_1$ 、 $v_2$  和加速度  $a$ ，重复 4 次，取  $\bar{a}$ 。再添 2 块（或 1 块）垫片，重复测量 4 次。然后取下垫片，用游标卡尺测量两次所用垫片的高度  $h$ ，用钢卷尺测量单脚螺丝到双脚螺丝连线的距离  $L$ 。计算  $a_{\text{理论}}$ ，进比较  $\bar{a}$  与  $a_{\text{理论}}$ ，计算相对误差，写出实验结论。

## 思考题

- 1、若改变本实验的某一个条件（如改变下滑的初速度、滑块上附加重物、改变导轨的倾斜度），在不考虑阻力和考虑阻力两种情况下，它们会对加速度产生什么影响？
- 2、一般情况下，实验值  $\bar{a}$  比理论值  $a_{\text{理}}$  应该大些还是小些？
- 3、具体分析本实验产生误差的各种原因。

## 注意事项

- 1、保持导轨和滑块清洁，不能碰砸。未通气时，不能将滑块放在导轨上滑动。实验结束时，先取下滑块，后关闭气源。
- 2、注意用电安全。