

基础知识再重温

物理实验 力学实验



考点要求重温

1. 要求会正确使用的仪器主要有：刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器、天平、秒表、电火花计时器或电磁打点计时器、弹簧测力计、电流表、电压表、多用电表、滑动变阻器、电阻箱等。
2. 要求认识误差问题在实验中的重要性，了解误差的概念，知道系统误差和偶然误差；知道用多次测量求平均值的方法减小偶然误差；能在某些实验中分析误差的主要来源；不要求计算误差。
3. 要求知道有效数字的概念，会用有效数字表达直接测量的结果，间接测量的有效数字运算不作要求。

1 力学实验

要点方法回顾

1. 游标卡尺和螺旋测微器的读数

(1) 游标卡尺

测量大于 1 mm 的长度时，整的毫米数从主尺上读出，毫米以下的部分从游标尺上读出，即读数 = 主尺读数 + 游标尺读数，其中“游标尺读数”就是与主尺某刻度线对齐的游标刻度的序数乘以精确度。注意游标卡尺不估读。

(2) 螺旋测微器

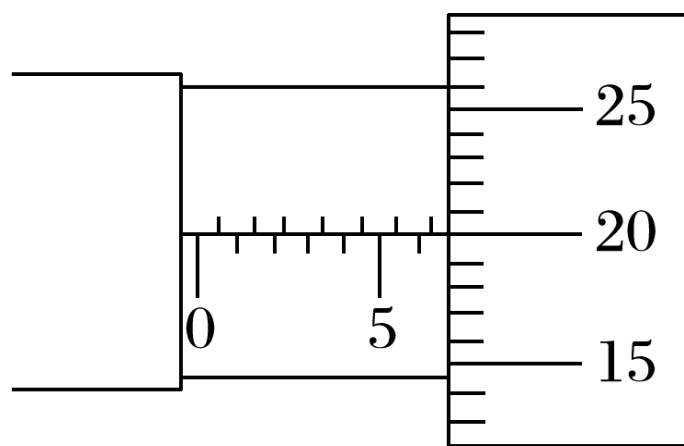


图 1

螺旋测微器又叫千分尺，“千分”就是千分之一毫米，即 0.001 mm . 螺旋测微器的读数应是 0.5 mm 以上的部分从固定刻度上读，并且要看其“半 mm”刻度线是否露出； 0.5 mm 以下的部分从可动刻度上读，要估读一位，再把两部分读数相加即得测量值. 如图 1 所示的读数应该是 6.700 mm .

2. 研究匀变速直线运动

(1) 纸带处理 . 从打点计时器重复打下的多条纸带中选点迹清楚的一条 , 舍掉开始比较密集的点迹 , 从便于测量的地方取一个起始点 O , 然后每 5 个点取一个计数点 A 、 B 、 C 、 \dots (或者说每隔 4 个点取一个计数点) , 这样做的好处是相邻计数点间的时间间隔 $T = 0.1 \text{ s}$, 便于计算 . 如图 2 所示 , 测出相邻计数点间的距离 x_1 、 x_2 、 x_3 、 \dots

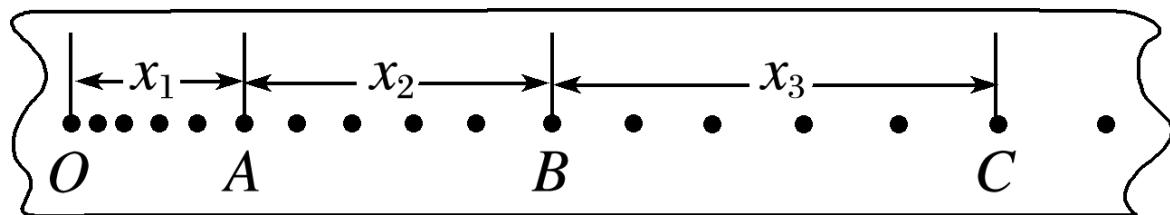


图 2

(2) 利用 x_1 、 x_2 、 x_3 、 \dots 可以计算相邻相等时间内的位移差 $x_2 - x_1$ 、 $x_3 - x_2$ 、 $x_4 - x_3$ 、 \dots ，如果它们在允许的误差范围内相等，则可以判定被测物体的运动是匀变速直线运动。

(3) 利用纸带可以求被测物体在任一计数点对应时刻的瞬时速度 v 。

如 $v_B = \frac{x_2 + x_3}{2T}$ 。

(4) 利用纸带求被测物体的加速度 a . 具体来说又有两种方法：

① “逐差法”：从纸带上得到 6 个相邻相等时间内的位移，则 $a =$

$$\frac{x_4 + x_5 + x_6 - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}.$$

② 利用 $v - t$ 图象求 a ：求出 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 各点的瞬时速度，画出如图 3 所示的 $v - t$ 图线，图线的斜率就等于加速度 a .

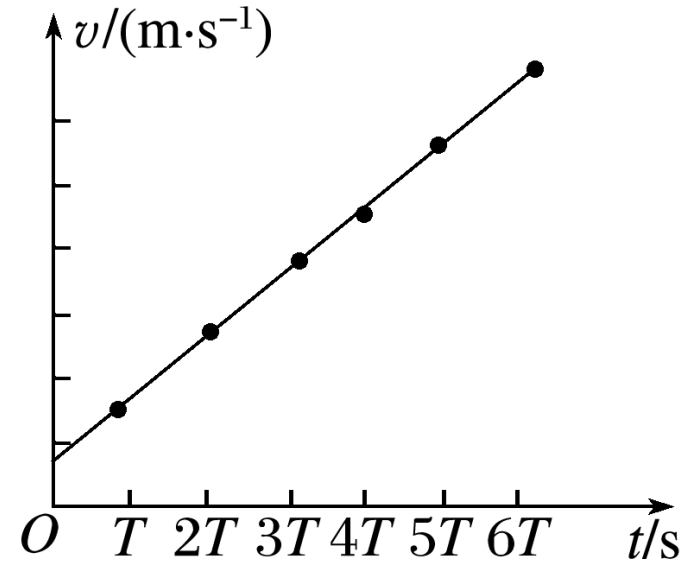


图 3

(5) 注意事项

- ① 细绳尽可能与木板平行，以确保细绳对小车的拉力不变；
- ② 开始释放小车时，小车应尽量靠近打点计时器；
- ③ 小车的加速度应适当大一些，以能在纸带长约 50 cm 的范围内清楚地取 7 ~ 8 个计数点为宜；
- ④ 正确区别打点计时器打出的点与人为选取的计数点（一般把打点计时器打出的每 5 个点作为 1 个计数点），选取的计数点不少于 6 个；
- ⑤ 最好不要分段测量各段位移，应尽可能地一次测量完毕。读数时估读到毫米的下一位。

3. 探究弹力和弹簧伸长量的关系

(1) 原理：弹簧受到拉力会伸长，平衡时弹簧产生的弹力和外力大小相等，这样弹力的大小可以通过测定外力而得出（可以用悬挂钩码的方法给弹簧施加拉力）。弹簧的伸长量可用直尺测出。多测几组数据，用列表或作图的方法探究出弹力和弹簧伸长量的关系。

(2) 注意事项

- ① 悬吊弹簧时让它自然下垂，另外要记住测量弹簧的原长；
- ② 每改变一次拉力的大小就需要做一次测量记录。为了探究弹力和弹簧伸长量的关系，要尽可能地多测几组数据，以便在坐标纸上能描出更多的点；
- ③ 实验时拉力不要太大，以免弹簧被过分拉伸，超出它的弹性限度；
- ④ 在坐标纸上尝试描画一条平滑曲线时，要顺着各点的走向来描，描出的点不一定正好在曲线上，但要注意使描出的点大致分布在曲线两侧。

4. 验证力的平行四边形定则

(1) 原理：如图 4 所示，两只弹簧测力计 a 、 b 成角度拉橡皮条 AB 和一只弹簧测力计 c 拉橡皮条 AB 的效果相同，这个效果就是指橡皮条的形变量（大小和方向）相同（两次必须把橡皮条拉至同一位置）。

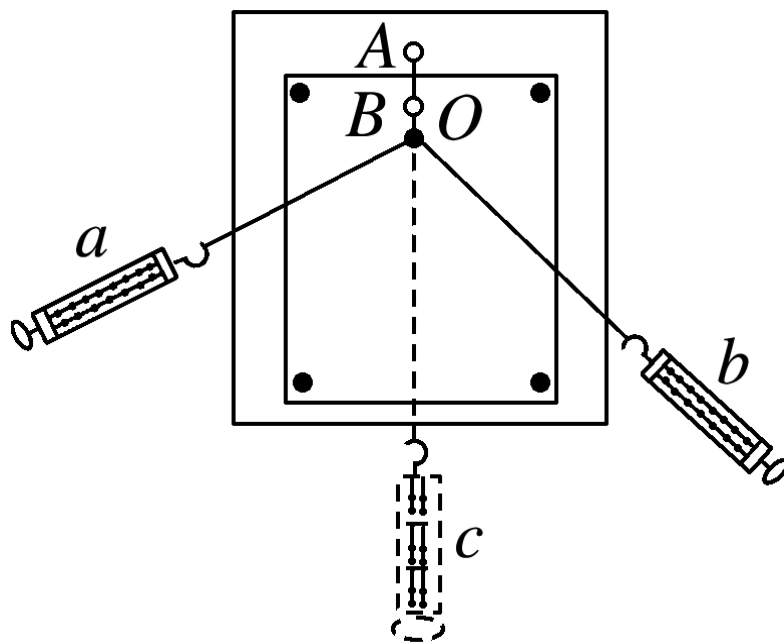


图 4

(2) 注意问题

- ① 在同一实验中的两只弹簧测力计的选取方法：将两只弹簧测力计钩好对拉，若两只弹簧测力计在拉的过程中读数相同，则可选，否则不可选；
- ② 在满足合力不超过弹簧测力计量程及橡皮条形变不超过弹性限度的条件下，应使拉力尽量大一些，以减少误差；
- ③ 画力的图示时，应该选定恰当的标度，尽量使图画得大一些，同时严格按照力的图示要求和几何作图法作出合力；
- ④ 在同一次实验中，橡皮条拉长的节点位置 O 一定相同；
- ⑤ 本实验误差的主要来源除了弹簧测力计外，还可能来自读数误差、作图误差，因此读数时眼睛一定要正视，按有效数字正确读数和记录，作图时须保证两力的对边一定要平行。

5. 探究加速度与力、质量的关系

(1) 了解该实验的系统误差的来源.

① 用砂和砂桶的总重量代替小车受到的拉力. 由牛顿第二定律可知, 由于砂和砂桶也在做匀加速运动, 因此砂和砂桶的总重量肯定大于小车受到的实际拉力. 可以推导出结论: 只有在小车的总质量 M 远大于砂和砂桶的总质量 m 时, 才能使该系统误差足够小.

② 没有考虑摩擦阻力的作用. 应该用平衡摩擦力的方法来消除这个系统误差.

(2) 为研究 a 、 F 、 m 三者的关系, 要利用“控制变量法”, 分别研究 a 与

(3) 用图象法验证 $a \propto F$ 、 $a \propto \frac{1}{m}$ (后者必须用 $a - \frac{1}{m}$ 图象, 不能用 $a - m$ 图象).

6. 探究功与速度变化的关系

(1) 作用在物体上的力越大，相同时间内在力的方向上发生的位移就越大，力对物体做的功就越多。力越大产生的加速度也就越大，物体通过较大的位移后获得的速度也就越大。所以力对物体做的功与速度是正相关性关系，可能与速度的一次方、二次方、三次方等成正比。

如图 5 所示，小车在一条橡皮筋的作用下弹出，沿木板滑行。当我们用 2 条、3 条、…同样的橡皮筋进行第 2 次、第 3 次、…实验时，每次实验中橡皮筋拉伸的长度都保持一致，那么，第 2 次、第 3 次、…实验中橡皮筋对小车做的功就是第一次的 2 倍、3 倍、…如果把第一次实验时橡皮筋做的功记为 W ，以后各次做的功就是 $2W$ 、 $3W$ 、…

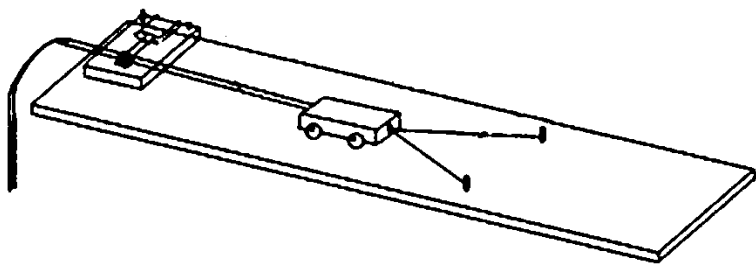


图 5

橡皮筋做功而使小车获得的速度可以由纸带和打点计时器测出，进行若干次测量，就得到若干次功和速度的数据。

(2) 按图组装好实验器材，由于小车在运动中会受到阻力，平衡阻力的方法是将木板固定有打点计时器的一端垫起适当的高度，使小车缓慢匀速下滑。

(3) 在处理数据时，应先对测量数据进行估计，大致判断两个量可能的关系，然后以 W 为纵坐标， v^2 (或 v 、 \sqrt{W} 、) 为横坐标作图。

7. 验证机械能守恒定律

本实验要求验证自由下落过程中机械能守恒，如图 6 所示的纸带的左端是用夹子夹重物的一端。

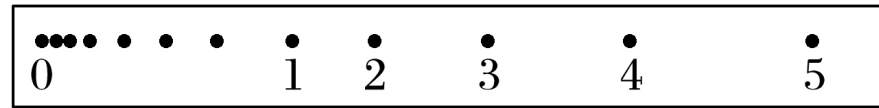


图 6

(1) 原理：用刻度尺量出从 0 点到 1、2、3、4、5 各点的距离 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 、 h_5 ，利用“匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于该段位移内的平均速度”，算出 2、3、4 各点对应的瞬时速度 v_2 、 v_3 、 v_4 ，验证与 2、3、4 各点对应的重力势能减少量 mgh 和动能增加量 $\frac{1}{2}mv^2$ 是否相等。

(2) 注意事项

- ① 实验中打点计时器的安装，重物与纸带限位孔必须在同一竖直线上，以减小摩擦阻力；
- ② 实验时必须先接通电源，让打点计时器正常工作后才能松开纸带让重物下落；
- ③ 要多做几次实验，选点迹清晰，且第一、二两点间距离接近 2 mm 的纸带进行测量；
- ④ 测量下落高度时，必须从起始点算起。为了减小测量值 h 的相对误差，选取的各个计数点要离起始点远些，纸带也不宜过长，有效长度可在 60 ~ 80 cm ；
- ⑤ 因不需要知道动能的具体数值，因此不需要测¹出₂重物的质量 m ；