

◎ 高中课程标准实验教材配套用书 ◎

# 实验册

高中物理



课标人民教育版

必修 1

南方出版社

◎ 高中课程标准实验教材配套用书 ◎

# 实验册

必修 ①

• 高中物理 •

课标人民教育版

南方出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

高中实验册. 物理 / 冯建强编著. —1 版. —海口: 南方出版社, 2005.2

I. 高... II. 冯... III. 物理课 - 实验 - 高中 - 教学参考资料  
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 011763 号

高中课程标准实验教材配套用书

**实验册·高中物理**

必修 1 (课标人民教育版)

---

责任编辑 / 鲍艳玲

责任校对 / 胡小锋

图文制作 / 刘秋香

出 版 / 南方出版社

[海口市海府一横路 19 号华宇大厦 1201 室 邮编:570203]

印 刷 / 文字六〇三厂

[襄樊市胜丰路 45 号 邮编:441021]

经 销 / 各地新华书店

开 本 / 787 × 1092 1/16

印 张 / 3

字 数 / 72 千字

版 次 / 2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

书 号 / ISBN 7 - 80701 - 502 - 0/G·409

定 价 / 3.60 元

---

南方图书 精益求精 版权所有 盗版必究

# 目 录

## 必修实验部分

- 实验一 用打点计时器测速度 ..... 1
- 实验二 探究小车速度随时间变化的规律 ..... 9
- 实验三 探究加速度与力、质量的关系 ..... 17

## 自主探究实验部分

- 实验四 探究自由落体运动规律 ..... 23
- 实验五 探究匀变速直线运动规律 ..... 27
- 实验六 探究弹性形变与弹力的关系 ..... 31
- 实验七 探究滑动摩擦力 ..... 34
- 实验八 探究力的等效和替代的平行四边形定则 ..... 37
- 实验九 探究作用力与反作用力的关系 ..... 40
- 参考答案 ..... 42

## 必修实验部分

## 实验一 用打点计时器测速度

## △实验预习题

1. 打点计时器有两种,一种是\_\_\_\_\_打点计时器,一种是\_\_\_\_\_计时器.它是一种记录运动物体在一定时间间隔内\_\_\_\_\_的仪器.
2. 电磁打点计时器使用\_\_\_\_\_ (填“直流”或“交流”)电源,由学生电源供电,工作电压在\_\_\_\_\_ V 以下.当电源的频率是 50 Hz 时,它每隔\_\_\_\_\_ s 打一个点.
3. 如图 1-1 所示是电磁打点计时器的构造示意图,其中 A 是\_\_\_\_\_, B 是\_\_\_\_\_, C 是\_\_\_\_\_, D 是\_\_\_\_\_, E 是\_\_\_\_\_, F 是\_\_\_\_\_, G 是\_\_\_\_\_, H 是\_\_\_\_\_, I 是\_\_\_\_\_.

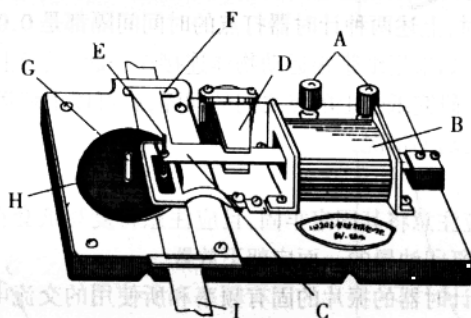


图 1-1

4. 由打点计时器打出的纸带可以直接得到(可直接测量得到,而不需要经过计算)的物理量是 \_\_\_\_\_ ( )
 

A. 时间间隔	B. 运动物体的位移
C. 运动物体的平均速度	D. 运动物体的瞬时速度
5. 打点计时器振针打点的周期,决定于 \_\_\_\_\_ ( )
 

A. 交流电压的高低	B. 交流电的频率
C. 永久磁铁的磁性强弱	D. 电流的强弱

## △实验指导

## 【器材介绍】

打点计时器是一种使用交流电源的计时仪器,在力学实验中使用甚广.电磁打点计时器的

工作电压在 10 V 以下,一般为 4~6 V.当电源频率为 50 Hz 时,它每隔 0.02 s 在纸带上打一次点.电磁打点计时器的构造如图 1-1 所示,它是根据电磁相互作用的原理制成的.由于通电线圈和永久磁铁的作用,使振片带动振针上下振动,从而在运动的纸带上打下一系列的点.电火花计时器的原理与电磁打点计时器相似,它是利用火花放电在纸带上打点的计时仪器,其构造如图 1-2 所示.电火花计时器的工作电压是 220 V.

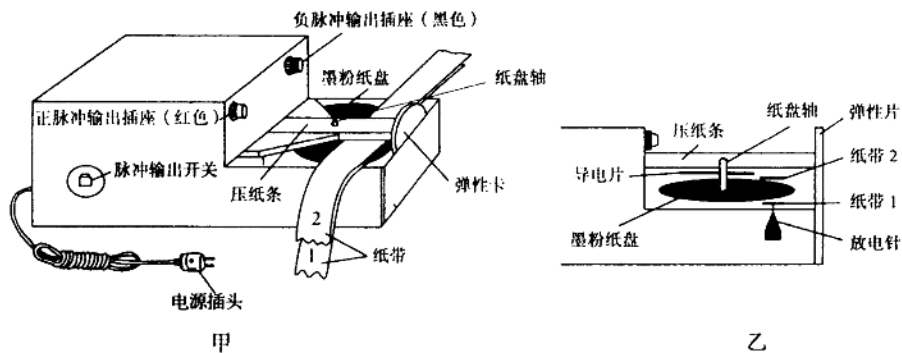


图 1-2

电火花计时器工作时,纸带运动过程中受到的阻力比较小.因此,使用电火花计时器比使用电磁打点计时器进行实验,实验误差会小一些.

当电源频率是 50 Hz 时,上述两种计时器打点的时间间隔都是 0.02 s.因此,打在纸带上的点记录了纸带运动的时间.如果把纸带跟运动物体连接在一起,纸带上的点就相应地表示出运动物体在不同时刻的位置.研究纸带上的点之间的间隔,就可以了解运动物体在不同时间里发生的位移,从而了解物体运动的情况.

### 【实验注意事项】

安装打点计时器时,应注意将其固定牢固,且应注意将复写纸套在定位轴上,并压在纸带上方.要注意,复写纸涂有复印油墨的一面应朝下放置.

一个性能良好的打点计时器的振片的固有频率和所使用的交流电频率应该相等.这样振片才能发生共振,振幅最大,打点清晰,等时性好.而振片的固有频率与振片的长度及材料的弹性有关,我们可以通过调节振片的长度来调整其固有频率.具体做法是改变振片的长度,观察振片的振幅,把振片的长度固定在振幅最大的位置.

利用打点计时器进行实验前,有必要对打点计时器进行简要的检查:一应检查纸带是否平整;二应检查纸带穿过限位孔后,是否从复写纸片下经过;三应检查复写纸片上涂有复印油墨的一面是否对着纸带,复写纸上的复印油墨是否留存;四应检查振针的高度是否适当,振针是否松动.

利用打点计时器进行实验的过程中,用手拉动纸带的速度不要太小,拉动要沿水平方向,保证纸带不与限位孔的边缘相摩擦,直到将纸带全部拉出.这样就可以观察到纸带上被打下的一系列清晰的点迹.

每打完一条纸带,要将圆形复写纸片的位置调整一下,以充分利用它的不同部位的复印油墨,保证打点清晰.

打点计时器的工作电压是 4~6 V,要防止供给的电压过高或过低,影响它正常工作.此外,每打完一条纸带,要及时切断打点计时器的电源,防止打点计时器线圈过热而损坏.

实验中打出的纸带要贴在实验报告上,作为原始记录.

### 【方法与技巧】

#### 物理图象

图,在人类思维发展史上不仅扮演过启蒙者的角色,还在新现象的发现和解释、新思想的诞生和发展中起了巨大的作用.

数学史上笛卡儿引入坐标,创立了解析几何,这可以说是图对人类科学贡献的一座丰碑.

所谓物理图象就是在直角坐标系中绘出的表示两个物理量之间的关系的函数图象.用图象来表示物理规律往往比公式法和列表法形象直观.

在初中阶段,我们接触过晶体和非晶体的熔化图象、凝固图象,如图 1-3 所示.这种图象的横坐标是时间  $t$ ,纵坐标是温度  $t_{\text{温}}$ .图象是根据几个时刻晶体或非晶体对应的温度在坐标系中描点得到的.从图象上我们可以看出晶体或非晶体的温度随时间变化的情况,同时还可以看出晶体的熔点.

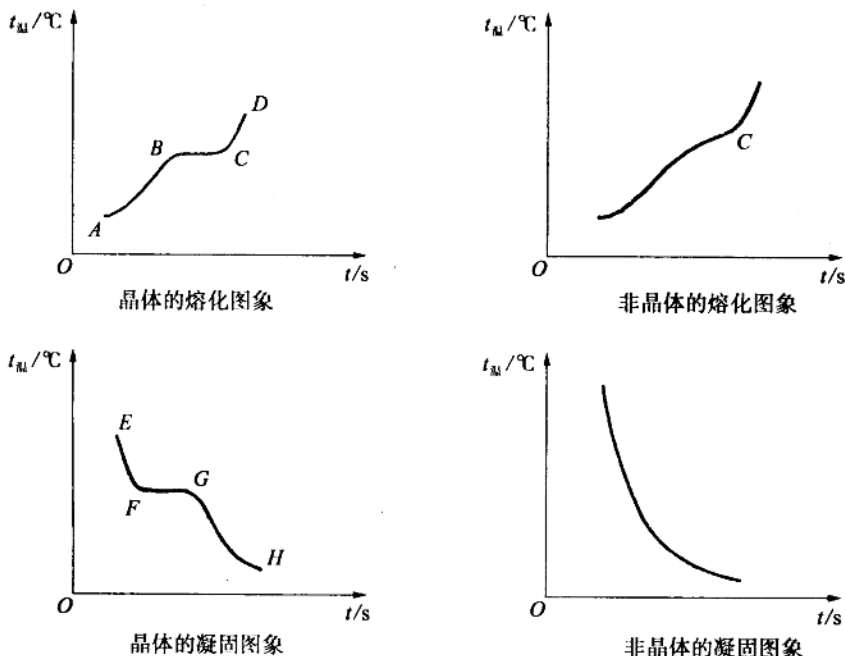


图 1-3

本实验中,我们要学习用图象来描述速度  $v$  与时间  $t$  的关系.以速度  $v$  为纵轴、时间  $t$  为横轴在方格纸上建立直角坐标系.根据实验中测得的  $v$ 、 $t$  数据,在坐标系中描点,并用一条平滑曲线把这些点连接起来.这样的图象就叫做速度—时间图象或  $v-t$  图象.

物理图象与一般函数图象不同.对于物理图象,我们应注意:

(1)物理图象中两个变量是两个物理量,具有一定的意义,图象反映的规律是物理规律,也有一定的意义.

(2)物理图象中的坐标轴表示的是某个物理量,因此一般都有单位.在  $v-t$  图象中,纵轴表示速度,单位一般是  $\text{m/s}$ ;横轴表示时间,单位一般是  $\text{s}$ .在熔化和凝固图象中,纵轴表示温度,单位一般是  $^{\circ}\text{C}$ ;横轴表示时间,单位一般是  $\text{s}$  或  $\text{min}$ .

(3)物理图象中作为自变量的物理量有一定的取值范围.在熔化图象中,时间  $t > 0$  时才有意义; $t < 0$  时,还没有加热.

在今后的学习中,我们会知道,可以用图象描述物理过程,反映物理概念和规律;可以利用图象推导、论证新规律;可以利用图象计算或估算某些物理量的大小.

在实验中,我们还可以利用图象处理数据,求待测物理量的平均值;可以利用图象直观形象地表示出待研究的一个物理量随另一个物理量变化的规律;可以利用图象验证物理规律;可以利用图象分析实验的系统误差.

总之,图象在物理学习和物理研究中,有着广泛的应用.

### 【例题精选】

例题 1 在使用打点计时器前,应检查 ( )

- A. 所用电源是否符合要求
- B. 纸带是否平整
- C. 打点周期的等时性是否良好
- D. 复写纸的安装是否正确

分析:常用电磁打点计时器所用的电源为 4~6 V、50 Hz 的交流电.如果电源电压过高,会烧毁打点计时器的线圈;如果电源电压过低,会出现不打点或打点不清晰的情况.至于交流电的频率,由于市电频率比较稳定,所以一般都能满足要求.我们检查所用电源是否符合要求,主要是检查电源电压是否符合要求.电火花计时器的工作电压是 220 V,一般市电也能满足其要求.因此,选项 A 正确.

4 检查纸带是否平整很重要.如果纸带不平整就可能出现漏点或点迹不清,也可能出现点间距离不准(在纸带有褶皱时两点间间隔和展平后两点间间隔不等).实验时,我们使用的都是专用纸带,已经比较平整了,使用过程中应该保持其平整.如果出现了褶皱,可以熨平后再用.因此,选项 B 正确.

打点周期的等时性是打点计时器最重要的技术指标,也是对实验结果的准确程度影响最大的性能指标.如果打点等时性不好,会给实验带来很大的误差,因此实验前应认真检查.检查的方法是:使小车做匀速运动,带动纸带通过打点计时器打点,检查纸带上任意相邻两点间的距离是否相等,如果在允许的误差范围内是相等的,则等时性好.因此,选项 C 正确.

如果使用的是电磁打点计时器,复写纸应安装在纸带的上面,专用复写纸只有一面涂有复印油墨,有复印油墨的一面应朝下(即与纸带接触).因此,选项 D 正确.

答案:ABCD

例题 2 在使用打点计时器时 ( )

- A. 应先接通电源,再让纸带运动
- B. 应先让纸带运动,再接通电源
- C. 在让纸带运动的同时接通电源
- D. 先让纸带运动或先接通电源都可以

分析:先接通电源再让纸带运动,可使纸带上打出的点更多,纸带的利用率更高.另外,在纸带运动较快的情况下,如果先释放纸带再接通电源,可能造成纸带上无点的现象.当然,我们很难做到在让纸带运动的同时接通电源.

答案:A

例题 3 如图 1-4 所示是 4 位同学在测定做匀速直线运动的小车的速度时,分别打出的



4 条纸带,纸带上的点迹比较理想的是 ( )

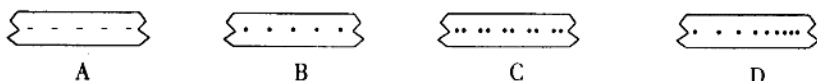


图 1-4

**分析:**出现 A 图中的情况,一般是由于振针位置过低,振针压纸带过紧而造成的.在这种情况下,由于振针和纸带间的摩擦力较大、接触时间较长,会影响小车的运动速度,使测量不准.另外,由于打出的不是点而是短线,也会给距离的测量带来困难.

出现 C 图中的双点,一般是由于振针松动造成的.

出现 D 图中的情况,有时是由于小车突然受到了较大的阻力,也可能是纸带有褶皱、卷曲、歪斜,致使纸带卡在了限位孔边缘上.这种情况一般不会是打点计时器打点周期不准造成的.

只有 B 图中的点迹比较理想.

答案:B

### △实验报告

#### 【实验目的】

1. 了解电磁打点计时器或电火花计时器的构造,练习使用打点计时器.
2. 利用打上点的纸带研究物体的运动情况.
3. 利用打点计时器测量瞬时速度.

#### 【实验器材】

电磁打点计时器或电火花计时器,纸带,刻度尺,导线,电源.

#### 【实验步骤】

1. 把电火花计时器固定在桌子上,检查墨粉纸盘是否已经正确地套在纸盘轴上,检查两条白纸带是否已经正确地穿过限位孔,墨粉纸盘是否夹在两条纸带之间.(如果使用的是电磁打点计时器,则是把电磁打点计时器固定在桌子上,让纸带穿过两个限位孔,压在复写纸下面.)

2. 把计时器上的电源插头插在 220 V 交流电源插座上.(如果使用的是电磁打点计时器,则是把电磁打点计时器的两个接线柱用导线分别与 6 V 的低压交流电源的接线柱连接.)

3. 按下脉冲输出开关,用手水平地拉动两条纸带,纸带上就打上一行小点.随后立即关闭电源.(如果使用的是电磁打点计时器,则是打开电源开关,用手水平地拉动纸带,纸带上就打上一行小点.随后立即关闭电源.)

4. 取下纸带,从能够看清的某个点开始,往后数出若干个点.将数出的点数  $n$  及这些点划分出来的间隔数填入表 1 中.并计算出纸带从第一个点到第  $n$  个点的运动时间  $t$ ,将结果填入表 1 中.

5. 用刻度尺测量出第一个点到第  $n$  个点的距离  $\Delta x$ ,并填入表 1 中.

6. 根据纸带从第一个点到第  $n$  个点的运动时间  $t$  和第一个点到第  $n$  个点的距离  $\Delta x$ ,计算出纸带在时间  $t$  内运动的平均速度  $v$ ,并填入表 1 中.

7. 在纸带上每隔连续相邻的 4 个点取一个测量点,并用数字 0, 1, 2,  $\dots$ , 5 标出这些点.测

量包含这些点的位移  $\Delta x$ , 记录在表 2 中, 同时记录对应的时间  $\Delta t$ . 根据对应的  $\Delta x$ 、 $\Delta t$  计算出平均速度  $v$ , 并将结果填入表 2 中.

8. 将表 2 中各点附近的平均速度当做计时器打下这些点时的瞬时速度, 填入表 3 中. 点 0 作为计时的开始,  $t = 0$ .

9. 以速度  $v$  为纵轴、时间  $t$  为横轴在方格纸上建立直角坐标系, 如图 1-5 所示. 根据表 3 中的  $v$ 、 $t$  数据, 在坐标系中描点, 并用一条平滑曲线把这些点连接起来.

**【实验记录】**

表 1

点数 $n$	间隔数	运动时间 $t/s$	位移 $\Delta x/m$	平均速度 $v/(m \cdot s^{-1})$

表 2

位置	0	1	2	3	4	5
$\Delta x/m$						
$\Delta t/s$						
$v/(m \cdot s^{-1})$						

表 3

位置	0	1	2	3	4	5
$t/s$	0					
$v/(m \cdot s^{-1})$						

$v - t$  图象

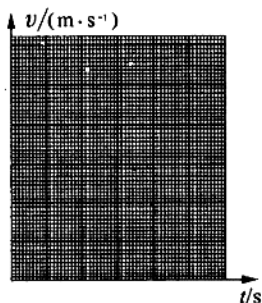


图 1-5

**△ 实验练习题**

1. 某同学在练习使用打点计时器时, 出现了下列现象: 纸带穿过限位孔, 低压交流电源接通打点计时器, 看到振针振动后, 拉动纸带, 但在纸带上没有出现打点计时器打的点. 其可能的原因是\_\_\_\_\_.

2. 打了点的纸带如图 1-6 所示,图中箭头表示纸带的运动方向,(a)图表示物体运动的速度越来越\_\_\_\_\_,(b)图表示物体运动的速度越来越\_\_\_\_\_.

3. 做“用打点计时器测速度”的实验时,根据打出点的纸带判断纸带的运动是匀速直线运动还是变速直线运动时 ( )

A. 可以通过测出相邻两点间的距离,看其是否都相等来判断

B. 应通过测出纸带表示的运动的全程来判断

C. 必须通过计算任意两点间的平均速度来判断

D. 必须通过计算全程的平均速度来判断

4. 观察实验纸带上的点迹,发现每个点迹后面都拖有一个小尾巴.出现这种现象的原因是 ( )

A. 物体运动太慢

B. 打点计时器没有调整好,以致使振针压在纸带上的时间过长

C. 物体运动太快

D. 打点计时器打下相邻两个点之间相隔的时间太长

5. 对打点计时器打点的时间间隔,下列说法中正确的是 ( )

A. 同一打点计时器,当交流电的频率增大时,相邻两点间记录的时间间隔变小

B. 同一打点计时器,当交流电的频率增大时,相邻两点间记录的时间间隔变大

C. 同一打点计时器,当纸带运动速度增大时,相邻两点间记录的时间间隔变大

D. 同一打点计时器,当纸带运动速度增大时,相邻两点间记录的时间间隔不变

6. 电磁打点计时器中线圈和永久磁铁的共同作用是 ( )

A. 记录时间

B. 记录位移

C. 使振片振动

D. 使纸带运动

7. 某同学在“用打点计时器测速度”的实验中,得到如图 1-7 所示的一条纸带,他在纸带上从某一个点“0”开始,每隔连续相邻的 4 个点取一个计数点,依次在计数点旁标上 1,2,3,4, … 数字,由摆在纸带旁的毫米刻度尺的示数,可知 0、1 计数点间,1、2 计数点间,2、3 计数点间,3、4 计数点间的平均速度  $v_{01}$ 、 $v_{12}$ 、 $v_{23}$ 、 $v_{34}$  各为多少?

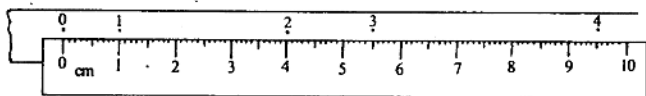


图 1-7

8. 在做“用打点计时器测速度”的实验时,某同学得到了如图 1-8 所示的一条纸带.图中所标数字为连续各点距第一点的距离,单位是 cm.

0.	1.	2.	3.	4.	5.
0	2.40	4.83	7.19	9.61	12.01

图 1-8

- (1)设计一个表格,将测量得到的物理量和计算出的各相邻时间间隔内的平均速度填入表格中.
- (2)判断纸带运动的性质,并说明理由.

## 实验二 探究小车速度随时间变化的规律

### △实验预习题

- 下列关于打点计时器的用途的说法中,正确的是 ( )
  - 打点计时器的作用和计时的钟表完全一样
  - 利用打点计时器,可以研究任何一种机械运动的特点
  - 利用打点计时器打出的纸带,可以粗略地分析直线运动的某些特征
  - 利用打点计时器打出的纸带,只能分析匀速直线运动的特点
- 下列4个因素中,对打点计时器打点的准确性影响最小的是 ( )
  - 交流电的频率不稳
  - 电源电压略低于额定值
  - 振针打点后未能及时弹开
  - 振针打点经常出现某些间断处
- 下列关于计数点的说法中,正确的是 ( )
  - 计数点是从打点计时器打出的实际点中选出来的,相邻计数点间点痕的个数相等
  - 用计数点进行测量计算,既方便,又可减小误差
  - 相邻计数点间的时间间隔应该是相等的
  - 相邻计数点间的距离应该是相等的
- 实验桌上放有下列器材,其中要用来做“探究小车速度随时间变化的规律”的实验器材有\_\_\_\_\_ (填字母代号).
 

A. 秒表; B. 电磁打点计时器; C. 天平; D. 砝码; E. 钩码; F. 低压直流电源; G. 低压交流电源; H. 刻度尺; I. 三角板; J. 导线; K. 纸带; L. 复写纸片; M. 小车(连有细绳); N. 一端带滑轮的长木板.

### △实验指导

本实验是实验一的发展,它要求我们利用打点计时器来研究小车在一段平板上所做的直线运动,并由记录在纸带上的点迹分析物体的运动情况.

#### 【器材介绍】

在本实验中,我们要用到的新器材有一端附有滑轮的长木板及实验室用的小车.

实验室用长木板一般长 815 mm、宽 100 mm,木板的一侧有刻度尺,一端装有活动滑轮.滑轮的高度可以调节.做本实验应选用各处平整程度、光滑程度相同的长木板.长木板的板面须保持不受磨损,没有形变,没有油污.

实验室用的小车上装有4个轮子,车面上有1个或4个圆柱形槽,以安放砝码,车的后端有压纸带的弹片装置.做本实验应选用轮子灵活的小车.

### 【实验注意事项】

在实验操作中,要事先在钩码落地处放置软垫或砂箱,防止它被摔坏.要在小车到达定滑轮前用手接住它,或放置泡沫塑料挡块,防止小车掉到地上或撞坏滑轮.

按图2-1将实验器材装好后,先不要接通电源.用手挡住小车,在细绳的一端挂上3个50g的钩码,释放后,观察小车运动时拖着的纸带通过打点计时器限位孔的位置是否恰当.适当调整并重新固定打点计时器的位置,使得限位孔正对着小车的运动方向,纸带运动时不与打点计时器的限位孔摩擦.然后,把纸带穿好,接通电源,待打点计时器工作正常后,才释放小车.

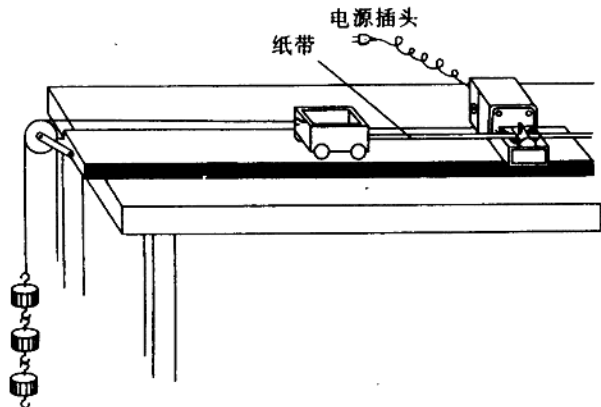


图2-1

实验中还要注意:

- (1)长木板要水平平稳放置.
- (2)应调节长木板的滑轮,让跨过滑轮拖拉小车的细绳跟长木板面平行.
- (3)系着小车穿过限位孔的纸带应自然平直,还应与小车的运动方向一致.

本实验的关键是处理打点后的纸带.处理纸带时应注意:

- (1)区别打点计时器打出的点与人为选取的计数点.
- (2)区别打点计时器打点的周期(即两个相邻实际点的时间间隔)与两个计数点间的时间间隔.
- (3)为了减小实验误差,应舍掉开头的比较密集的点,从间距较大的点开始进行测量.
- (4)为了方便测量,可以用每打5个点间隔的时间作为计时单位.这样,在两个计数点间的时间间隔  $T=0.02\text{ s}\times 5=0.1\text{ s}$ .
- (5)以能在50 cm长的纸带上清楚地取到7~8个计数点为宜.必须注意,计数点不能少于5个.
- (6)在测量各段位移时,不要逐段测量各段的位移,应该用长刻度尺一次测量分段读数,以避免多次移动刻度尺造成累积误差.还应注意,读数时应读到毫米的下一位.

在实验中,也可以用装有沙子的小桶来代替钩码,但不论是哪一种情况,都宜使小车的运动快一些,以减小长度测量中的相对误差.

### 【方法与技巧】

本实验中,我们要根据实验测得的数据在  $v-t$  图象上描点.由于这些点都大致落在一条

直线上,因此,我们可以有很大的把握说,如果是没有实验误差的理想情况,代表小车速度与时间关系的点能够全部落在某条直线上,也就是说,我们可以用一条直线去代表这些点,或者说,小车运动的  $v-t$  图象是一条倾斜的直线。

在画直线时,应尽量使多数的点在一条直线上,不在直线上的点则应尽量对称地分布在直线的两侧。

根据前面学过的公式  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  可知,由于小车运动的  $v-t$  图象为一直线,那么直线的斜率即为小车的加速度.这就是我们得到的求运动物体加速度的一种方法。

### 【例题精选】

**例题 1** 关于“探究小车速度随时间变化的规律”的实验操作,下列说法中正确的是 ( )

- A. 长木板不能侧向倾斜,也不能一端高一端低
- B. 在释放小车前,小车应紧靠在打点计时器旁
- C. 应先接通电源,待打点计时器开始打点后再释放小车
- D. 要在小车到达定滑轮前使小车停止运动

**分析:**在实验过程中,长木板决不能侧向倾斜,否则会造成小车相对于长木板有侧向速度,使纸带与限位孔间的摩擦增大,同时还使纸带上点间的距离与小车实际运动的距离不等,造成较大的实验误差.所以,选项 A 的前半句是正确的.但在实验中长木板一端高一些,另一端低一些对实验结果并不会带来很坏的影响,因为只要小车能够做加速度大小比较合适的匀加速直线运动就可以.所以,选项 A 的后半句是错误的。

为了充分利用纸带的长度,在纸带上得到更多的点,应该在释放小车前,让小车紧靠在打点计时器旁;同时,应先接通电源,待打点计时器开始打点后再释放小车.所以,选项 B、C 都是正确的。

为了防止小车掉到地上或撞坏长木板上的定滑轮,要在小车到达定滑轮前用手接住它,或放置泡沫塑料挡块.所以,选项 D 是正确的。

答案:BCD

**例题 2** 在做“探究小车速度随时间变化的规律”的实验时,下列方法中,有利于减小实验误差的是 ( )

- A. 选取计数点,把每 5 个点的时间间隔作为一个计时单位
- B. 使小车运动的加速度尽量小些
- C. 舍去纸带上密集的点,只利用点迹清晰、点间间隔适当的那一部分点进行测量、计算
- D. 选用各处平整程度、光滑程度相同的长木板做实验

**分析:**选取计数点可以使用于测量和计算的相邻点间的间隔增大,在用刻度尺测量这些点间的间隔时,在一次测量绝对误差基本相同的情况下,相对误差较小.因此,选项 A 是正确的。

在此实验中,如果小车的加速度过小,打出的点就会很密,长度测量的相对误差就较大,测量的准确度就会降低.所以,使小车的加速度略大些好.如果每 5 个点取一个计数点,那么以能在纸带上 50 cm 长度内清楚地取出 7~8 个计数点为宜.因此,选项 B 是错误的。

为了减小长度测量的相对误差,舍去纸带上过于密集,甚至分辨不清的点是必要的.应该利用点迹清晰、点间间隔适当的那一部分点进行测量、计算.因此,选项 C 是正确的.但应注意,纸带上不仅开头的点很密集,末端的点往往也很密集,这是在用手阻止小车运动时造成的。

手接触小车后,小车已不再按照原有的规律运动,点的分布规律也随之发生了变化,这部分点也应舍去。

如果实验中所选用的长木板各部分的平整程度、光滑程度不同,小车将做非匀加速直线运动,在不同段上运动的加速度不同,这已不再是教材上所要求的实验内容,计算出来的加速度值的误差会很大.所以,在实验中对所用长木板进行检查、挑选是必要的,选项 D 正确。

答案:ACD

**例题 3** 在做“探究小车速度随时间变化的规律”的实验时,在测出各相邻计数点间的距离  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  之后,可以计算出小车在打点计时器打出一些计数点时的速度  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_{n-1}$ . 根据这些速度值计算小车运动的加速度的合理方法是 ( )

- A. 从各速度值中任意取出两个,利用公式  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  计算加速度
- B. 把各速度值按顺序连续作差求出速度变化量  $\Delta v$ , 即  $\Delta v_1 = v_2 - v_1, \Delta v_2 = v_3 - v_2, \dots$ , 再利用公式  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  计算出各所对应的加速度  $a_1, a_2, \dots$ , 最后对加速度取平均值  $\bar{a}$ , 作为最后的结果
- C. 作出  $v-t$  图象,量出图象和  $t$  轴的夹角  $\alpha$ , 由  $a = \tan \alpha$  计算出加速度  $a$
- D. 作出  $v-t$  图象,在图象上取相距较远的两点,利用该两点的速度值和时间值,根据公式  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  计算出加速度

**分析:** 从各速度值中任意取出两个,利用公式  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  计算加速度,仅能利用两个速度值,最多利用 4 个位移值,有些实验中测得的数据没有用上,不利于减小偶然误差. 因此,选项 A 是错误的。

按照 B 选项所述方法进行计算时,也有部分位移值没有被利用,也不利于减小偶然误差. 现以 5 个位移值  $s_1, s_2, s_3, s_4, s_5$  的情况为例加以说明: 瞬时速度  $v_1 = \frac{s_1 + s_2}{2T}, v_2 = \frac{s_2 + s_3}{2T}, v_3 = \frac{s_3 + s_4}{2T}, v_4 = \frac{s_4 + s_5}{2T}$ . 因此,加速度  $a_1 = \frac{v_2 - v_1}{T} = \frac{(s_2 + s_3) - (s_1 + s_2)}{2T^2} = \frac{s_3 - s_1}{2T^2}, a_2 = \frac{s_4 - s_2}{2T^2}, a_3 = \frac{s_5 - s_3}{2T^2}$ , 加速度取平均值  $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \frac{[(s_4 + s_5) - (s_1 + s_2)]}{6T^2}$ ,  $s_3$  没有被利用. 而且,位移值个数越多,不能被利用的就越多(实际上,被利用的位移值只能是 4 个,即序号最小的两个和序号最大的两个). 因此,选项 B 是错误的。

按照 C 选项所述的方法计算加速度,只有在  $v$  轴和  $t$  轴的单位刻度等长时才成立,且角度测量容易引入新的较大误差. 因此,选项 C 是错误的。

D 选项的方法是比较理想的,作  $v-t$  图象的过程就是一个取平均值的过程. 因此,选项 D 正确。

答案:D



## △实验报告

## 【实验目的】

1. 利用打点计时器探究小车速度随时间变化的规律.
2. 进一步学会利用表格和图象处理数据.

## 【实验器材】

电磁打点计时器或电火花计时器,一端附有滑轮的长木板,小车,纸带,细绳,钩码,刻度尺,导线,电源.

## 【实验步骤】

1. 如图 2-1 所示,把附有滑轮的长木板平放在实验桌上,并使滑轮伸出桌面.把打点计时器固定在长木板上没有滑轮的一端,连接好电路.
2. 把一条细绳拴在小车上,使细绳跨过滑轮,下边挂上合适的钩码,让小车可以在钩码的牵引下运动.把纸带穿过打点计时器的限位孔,并将纸带的一端固定在小车的后面.
3. 把小车停在靠近打点计时器处,启动打点计时器后,放开小车,让小车拖动纸带运动,打点计时器就在纸带上打下一行点.随后立即关闭电源.
4. 换上新纸带,重复实验三次.
5. 从三条纸带中选择一条比较理想的,舍掉开头一些比较密集的点,在后面便于测量的地方找一个开始点.为了测量方便和减少误差,用每打五个点的时间作为计时单位,即  $T = 0.02 \text{ s} \times 5 = 0.1 \text{ s}$ .在选好的开始点上面标明 0,在第六点上面标明 1,在第十一点上面标明 2,在第十六点上面标明 3,……,点 0、1、2、3、……叫做计数点,如图 2-2 所示.

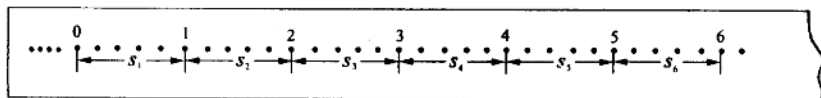


图 2-2

6. 计算出各计数点的瞬时速度,记入表格内.
7. 增减所挂的钩码数,再做两次实验.
8. 以速度  $v$  为纵轴、时间  $t$  为横轴建立直角坐标系.根据表中的  $v$ 、 $t$  数据,在图 2-3 的直角坐标系中描点.
9. 通过观察、思考,找出这些点的分布规律,并画出一条直线代表这些点.

## 【实验记录】

位置编号	0	1	2	3	4	5
时间 $t/\text{s}$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
$v_1/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$						
$v_2/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$						
$v_3/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$						