

做对的事不白费功，
做对的事不白费功，
做对的事不白费功

首席教师

专题小课本

- 小方法大智慧
- 小技巧大成效
- 小单元大提升
- 小课本大讲坛

高中物理 物理实验与探究

总主编/钟山



中国出版集团 现代教育出版社

海阔凭鱼跃

方法赢得速度 选择决定未来

FANGFAYINGDESUDU XUANZEJUEDINGWEILAI

高中数学

1. 函数 2. 几何初步 3. 三角函数与三角恒等变换 4. 平面向量 5. 数列 6. 不等式 7. 圆锥曲线与方程 8. 导数及其应用 9. 空间向量与立体几何 10. 常用逻辑、推理与证明 11. 统计与概率 11. 算法、框图与复数 12. 数学思想与方法

高中物理

1. 力和直线运动 2. 曲线运动与机械能 3. 热运动与能量守恒 4. 波动与相对论 5. 电磁学(上) 6. 电磁学(下) 7. 动量守恒与微观粒子 8. **物理实验与探究** 9. 物理思想与方法

高中化学

1. 电解质溶液 2. 化学反应与能量 3. 元素周期律与化学键 4. 化学反应速率与化学平衡 5. 元素与化合物 6. 物质结构与性质 7. 有机化学基础 8. 化学实验基础 9. 化学计算

游泳的火和一块浮冰

一个人,在海里游了很长时间,可是他不能停下来,因为没有陆地和小岛什么的可以让他休息。他想,要是这个时候有根木头在这里该有多好,我就有个依靠了。

正在这时,一块浮冰出现在他前方不远的地方。他没有想那么多,就向浮冰游了过去。浮冰不大,可是可以承受他的重量。他于是便攀着浮冰,停了下来,没有继续游了。可是浮冰毕竟是浮冰,离开冰山太久了,温暖的海水使它慢慢地融化。终于,浮冰全部化成了水,再也看不见了。游泳的人试图挽留什么,可是只是徒劳。他的手中什么也没有了,又只剩下他一个人了。他再想往前游的时候,才发现手因为接触冰太久,已经有些麻木了,舒展不开了,游不动了。游泳的人只游了一点点,就慢慢沉入了大海。他该感谢那块冰的,冰也不想有这样的后果。

冰就是冰,最终注定是要消失的。

责任编辑:郎咸杰 唐向阳
责任校对:王会霞
封面设计:书友传媒

ISBN 978-7-80196-691-9



9 787801 966919 >

定价:16.80元

图书在版编目(CIP)数据

首席教师专题小课本·高中物理·物理实验与探究 /
钟山主编. —北京: 现代教育出版社, 2008. 4
ISBN 978-7-80196-691-9

I. 首… II. 钟… III. 物理课—实验—高中—教学参考
资料 IV. G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第038456号

书 名: 首席教师专题小课本·高中物理—物理实验与探究
出版发行: 现代教育出版社
地 址: 北京市朝阳区安华里504号E座
邮政编码: 100011
印 刷: 北京市梦宇印务有限公司印刷
发行热线: 010-61743009
开 本: 890×1240 1/32
印 张: 10
字 数: 420千字
印 次: 2008年4月第1版 第1次印刷
书 号: ISBN 978-7-80196-691-9
定 价: 16.80元

目 录

首席寄语	(1)
教材实验篇	(3)
一 力学实验(上)	(3)
实验一 误差和有效数字	(4)
实验二 用打点计时器测速度	(9)
实验三 探究小车速度与时间的关系	(15)
实验四 探究弹力和弹簧伸长的关系	(29)
实验五 验证力的平行四边形定则	(38)
实验六 验证牛顿第二定律(探究加速度与力、质量的关系)	(45)
二 力学实验(下)	(59)
实验七 探究功与物体速度变化的关系(探究动能定理)	(60)
实验八 验证机械能守恒定律	(69)
实验九 研究平抛运动的规律	(82)
三 电学实验(上)	(94)
实验十 长度测量(游标卡尺、螺旋测微器)	(95)
实验十一 描绘小灯泡的伏安特性曲线	(105)
实验十二 把电流表改装成电压表	(124)
实验十三 测定金属的电阻率	(141)
实验十四 练习使用多用电表	(156)
实验十五 测定电池的电动势和内阻	(173)
四 电学实验(下)	(192)
实验十六 传感器的简单使用	(193)
五 热学实验	(209)
实验十七 用油膜法估测分子的大小	(209)
六 振动和波	(216)
实验十八 探究单摆的运动 用单摆测重力加速度	(216)
实验十九 测定玻璃的折射率	(229)
实验二十 用双缝干涉测量光的波长	(242)

七 动量

实验二十一 探究碰撞中的不变量(验证动量守恒定律) (255)

专题提升篇 (270)

一 测量性实验 (270)

二 验证性实验 (282)

三 研究性实验 (289)

附录 1 研究性学习课题 (307)

附录 2 专题速记图表 (315)



首席寄语

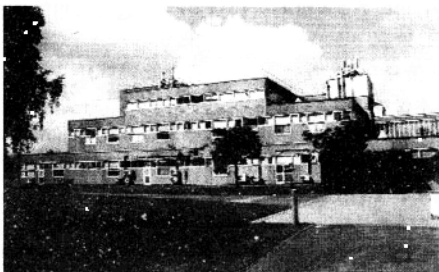


■ 专题导引

下图是英国的卡文迪许实验室,它坐落在剑桥大学,许多著名的科学家都曾在这儿工作,并做出了重要发现,如麦克斯韦、汤姆逊、卢瑟福、查德威克、玻尔等。麦克斯韦是“电磁学之父”;汤姆逊发现了电子;卢瑟福发现了质子,预言了中子;查德威克发现了中子;玻尔提出氢原子的玻尔模型,是哥本哈根学派的创始人。

自从伽利略创立了把实验和逻辑推理和谐结合的科学方法以来,物理学进入了一个蓬勃发展的时期。物理学是一门基础实验科学,每一个重大的实验发现就如同一个新生儿诞生,开创了一个新时代。

高中物理实验有力、电、光、热四部分,探究和归纳是其基本的思想方法。



■ 高考命题规律

从近十年的高考试题分析和总结,可清楚地看出高考实验试题比例增大,显示出对实验能力要求的提高,尤其是试题不再局限于课本上规定的内容,而是源于课本而又高于课本,有以下几个特点:

(1)基本仪器的使用是考查的热点。打点计时器出现于2007年广东单科14题、北京理综21题(2)、天津理综22题(2),游标卡尺出现于2007年天津理综22题(1),螺旋测微器出现于2007年广东单科13题,多用电表出现于2007年广东单科13题,用电压表和电流表测电阻出现于2007年山东理综23题、宁夏理综22题(2)、海南单科13题、重庆理综22题、江苏单科12题,测电动势出现于2007年四川理综22题(2);用电流表和电阻箱测电阻出现于2007年全国Ⅱ22题、上海单科15题;用电压表和电阻箱测电动势和电阻出现于2007年四川理综22题(2)。

(2) 实验的实际操作是考查的重点, 如实验步骤的书写、排序、纠错、补漏以及实验误差的排除等实验操作, 学生要动手才能做实验。步骤、排序、纠错、补漏、误差分析类问题中出现于 2007 年海南单科 14 题、北京理综 21 题(2)、全国 I 22 题(1)、全国 II 22 题(1)、四川理综 22 题(1), 故障排除出现于 2007 年广东单科 13 题、重庆理综 22 题(1), 实物电路连接出现于 2007 年海南单科 13 题。

(3) 设计性实验是考查的难点。从近五年试题来看, 试题加强了对实验创新能力的考查。2007 年高考实验绝大部分实验考查了设计能力, 典型的如 2007 年山东理综 23 题(3) 设计方案测量电阻丝的直径和总长度。

(4) 实验基本原理和实验思想方法是考查的核心。从近五年试题可以看出, 所有实验试题的考查均源于课本实验。因此, 理解课本实验的原理, 体会实验思想是实验复习的核心。

(5) 实验数据的处理方法在试题中逐年体现。实验数据处理是实验的重要环节, 其方法有公式法、列表法、图象法、描述法、逐差法等。逐差法出现于 2007 年天津理综 22 题(2)、广东单科 14 题, 图象法出现于①2007 年重庆理综 22 题(2), 分析图象的含义; ②2007 年上海单科 14 题和 17 题、江苏单科 13 题、北京理综 21 题(2), 用图象求 v_0 、 \bar{v} 、 a , 判定运动性质; ③2007 年江苏单科 12 题, 画电压图象, 描绘伏安特性曲线; 上海单科 16 题(2), 用图象求电阻率 ρ ; 四川理综 22 题(2), 用图象求电动势 E 和外电阻 R 。

■ 学习应试策略

(1) 加强对基本仪器使用能力的培养

重点掌握测量仪器, 如游标卡尺、螺旋测微器、刻度尺的使用、估读方法与原则, 滑动变阻器的用途及接入方法, 电流表、电压表、多用电表的读数、量程选择、构造原理等。

(2) 理解并熟练掌握实验原理

理解并掌握实验原理是做好实验的基础, 也是成功应对高考实验的关键。实验原理是相对固定的, 而实验方法则是多变的, 高考考查恰恰就在这一点上做文章。只要掌握了原理, 以不变应万变, 那么实验方法、实验步骤、仪器的选择、数据的处理等一切从实验原理中衍生出来的问题就会迎刃而解, 依据题目要求自行设计实验也不再是难题。

(3) 加强动手能力的培养

根据多年的考试情况分析, 动手能力是考生最薄弱的环节, 特别是实验中电学的实物连接。平时在复习实验时, 不但要求考生进行真实的实验操作, 还要求考生能用准确而简练的语言文字把已获得的这种动手能力表达在纸面上。

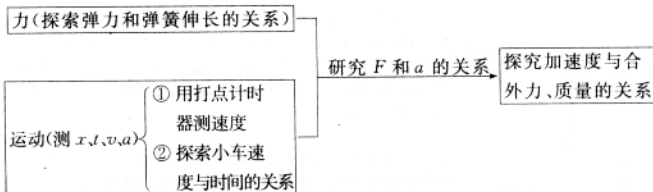
(4) 加强对实验数据分析、处理能力的训练

数据的处理多以数学知识为手段进行分析, 复习时多掌握一些数学中分析问题的方法, 如假设法、平均值法、列表对比法、图象法等。

[教材实验篇]

一 力学实验(上)

单元概念图示



课程标准要求

主题	内容	标准
实验与探究	实验一 误差和有效数字	认识测量的意义,理解误差、有效数字的概念,会用有效数字表达测量结果
	实验二 用打点计时器测速度	用打点计时器研究匀变速直线运动,体会实验在发现自然规律中的作用
	实验三 探究小车速度与时间的关系	通过实验了解物体的弹性,探究胡克定律
	实验四 探究弹力和弹簧伸长的关系	研究两个力的合成满足平行四边形定则
	实验五 验证力的平行四边形定则	通过实验测定加速度、力、质量,探究三者的关系,体会探究过程中所用的科学方法
	实验六 验证牛顿第二定律(探究加速度与力、质量的关系)	

实验 一

误差和有效数字

知识清单精解

一、误差

定义	测量值与真实值之间的差异称为误差。误差存在于一切测量之中，而且贯穿测量过程的始终。实验中误差是不可避免的，但可以减小		
分类	按性质和来源	系统误差	在一定条件下(指使用的仪器、方法、测量时的环境和测量者均一定)，对同一物理量进行多次重复测量，各次测量的结果对真实值的偏差总是具有相同的倾向性(即误差的符号和绝对值按某一确定的规律变化)，即总是偏大或总是偏小，这种误差叫系统误差。例如：由于游标卡尺的零刻线不准，使每次测量的结果总是偏大或总是偏小
		偶然误差	各种不可避免的偶然因素对实验者或实验仪器产生的影响，使测量结果对真实值的偏差有时偏大，有时偏小，在一定数值范围内无规则地涨落，但在大多数测量中，偏大、偏小的机会相等，这种误差叫偶然误差
	按分析的数据	绝对误差	指测量值与真实值之差，即绝对误差 $\Delta N = \text{测量值}(N) - \text{真实值}(N_0) $ ，它反映了测量值偏离真实值的程度
		相对误差	绝对误差与待测量的真实值之比称为相对误差，即相对误差 $\eta = \frac{\text{绝对误差 } \Delta N}{\text{真实值}(N_0)} \times 100\%$
要点	①误差是客观存在的，它只能被减小，而不能被消灭 ②减小偶然误差的方法是多次测量求平均值		

二、有效数字

定义	带有一位不可靠数字的近似数据叫有效数字。有效数字的最后一位是测量者估读出来的，因此这一位数字是不可靠的，也是误差所在位
含义	①经过某种仪器测量得到的数据，也就是把测量结果中可靠的数字加上估读的一位数字称为测量结果的有效数字 ②是以某种精确度反映被测物理量数值大小的近似数。任何一个有效数字都包含着一位由估读得到的不可靠数字，而不是被测物理量的真实值



一、有效数字的读法

①一切不含零的数字都是有效数字,如:21.65 cm、1.136 m、9.865 kg 均为四位有效数字。

②一切含零的数字,但必须是零在非零数字之间或在非零数字之后才是有效数字。如:1.006 m、21.60 cm、9.000 kg 均为四位有效数字。

③零在非零数字之前不是有效数字。如:0.036 m、0.65 cm、0.0086 kg 均是2位有效数字,而“3”“6”“8”前面的零均不是有效数字。

以上三种情况可概括为:从左往右数,从第一个不为零的数字起,数到右边最末一位估读数字为止,包括末位的零都是有效数字。

④有效数字的位数与小数点的位置无关。如:21.65 cm、216.5 mm、0.216 5 m 均为四位有效数字。

⑤乘方不算有效数字。如 3.6×10^3 kg,不是5位有效数字而是2位有效数字。5 400 m 与 5.4×10^3 m 所表示的有效数字位数是不同的,前者为4位有效数字,而后者为2位有效数字,所表示的意义也不相同,前者末位的“0”是估读的,后者“4”是估读的。前者所用的测量工具的最小单位为10 m,后者所用测量工具的最小单位为1 000 m。

⑥特别提醒:作为有效数字的“0”,无论是在数字中间,还是在数字的末尾,均不能随意省略。例如:1.0 cm 和 1.00 cm 是有着不同意义的,1.0 cm 为两位有效数字,1.00 cm 为三位有效数字。两者的误差不同:前者厘米为准确位,毫米为估读位;后者毫米为准确位,毫米后的十分位为估读位,因此其准确度也不同。

例 1 某学生用刻度尺测量一竹竿的长度时记录的数据分别为 5.65 m 和 5.650 m,试问该同学的测量结果有什么不同?

分析:非零数字后面的“0”不可随意添加或省略,非零数字后有“0”和无“0”分别表示了两种不同的含义。同时还要与数学中的纯数字区别开来。

解:根据有效数字概念和有效数字位数的判定方法知道,两个测量结果的有效数字的位数不同,因而测量的准确程度也不同。5.65 m 是三位有效数字,所用刻度尺的分度值为 1 dm,5.6 m 是准确、可靠的,0.05 m 即 5 cm 是估读出来的,是不可靠位,也是误差所在位;而 5.650 m 是四位有效数字,所用刻度尺的分度值为 1 cm,5.65 m 是准确可靠的,第四位“0”是估读的,因此 5.650 m 的测量准确程度要高于 5.65 m 的准确程度。

二、相对误差的计算方法

一般情况下,待测量的真实值是不知道的,实际计算时常用多次测量取平均值来

代替真实值,即相对误差(η)= $\frac{\text{绝对误差 } \Delta N}{\text{测量平均值}(N)} \times 100\%$

相对误差(又叫百分误差)反映了实验结果的精确程度,对于两个测量值的评估,必须比较其相对误差,绝对误差的大小并不决定相对误差的大小。

例 2 某工人用毫米刻度尺对一根短棒进行 5 次测量,测量值分别为 2.32 cm、2.34 cm、2.36 cm、2.33 cm、2.35 cm,那么该工人测量结果的相对误差是多少?

分析:因为短棒的真实长度不知,在处理这类问题时,常常是将多次测量数值的平均值作为真实值处理,绝对误差也采用多次求平均值的方法。

解:因为短棒的真实长度不知,在处理这类问题时,常常是将多次测量数值的平均值作为真实值处理,故 5 次测量短棒的平均长度为:

$$\bar{L} = \frac{2.32 + 2.34 + 2.36 + 2.33 + 2.35}{5} \text{ cm} = 2.34 \text{ cm}$$

每次绝对误差又用每次的测量值与测量平均值的差值(又叫偏差)的绝对值来表示,5 次测量的平均绝对误差 $\overline{\Delta L} = \frac{|\Delta L_1| + |\Delta L_2| + |\Delta L_3| + |\Delta L_4| + |\Delta L_5|}{5} = \frac{|2.32 - 2.34| + |2.34 - 2.34| + |2.36 - 2.34| + |2.33 - 2.34| + |2.35 - 2.34|}{5} \text{ cm}$

$$\approx 0.01 \text{ cm. 所以相对误差 } \eta = \frac{\overline{\Delta L}}{\bar{L}} = \frac{0.01 \text{ cm}}{2.34 \text{ cm}} \times 100\% \approx 0.43\%.$$



能力点津:重视学生实验技能的提高,正确使用测量仪器并能准确读数、处理有效数字。

考例 (2007·北京理综)将分度值为 1 mm 的刻度尺的 0 刻线与 0 计数点对齐,0.1、2.5 计数点所在位置如图 1-1 所示,则 $s_2 =$ _____ cm, $s_5 =$ _____ cm. (s_2 为 0.2 点间距, s_5 为 0.5 点间距)

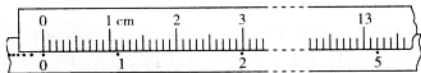


图 1-1

分析:毫米刻度尺要估读到十分之一毫米, s_2 为 2.97~2.99, s_5 为 13.19~13.21. **答案:**2.99 13.20

解题关键:有效数字位数确定及读数规则。



1. 命题规律

基本仪器的使用是考查的热点,如 2007 年北京理综第 21 题(2)考查了毫米刻度尺的

使用,2007年广东单科第13题考查了多用电表和螺旋测微器的使用,2006年北京理综卷第21题(1)考查了游标卡尺的读数,2006年天津卷第22题(2)和2006年重庆卷第22题(1)均考查了多用电表的使用;2006年天津理综第22题(1)考查了百分误差。

2. 应试策略

加强实验基本能力的培养和训练,熟练掌握基本技能。根据《考试大纲》的要求和高考实验试题的特点,应注重基本仪器的使用和操作。刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器、打点计时器、电流表、电压表、多用电表等,都是基本的测量仪器,要熟练掌握它们的使用方法和操作规程、读数规则。特别是对电学实验中的基本仪器,如电流表、电压表、多用电表、滑动变阻器等等,高考每年必考,要明确其构造、原理,会读数。

例 (2005·宁夏)将橡皮筋的一端固定在A点,另一端拴上两根细绳,每根细绳分别连着一个量程为5 N、分度值为0.1 N的弹簧秤,沿着两个不同的方向拉弹簧秤。当橡皮筋的活动端拉到O点时,两根细绳相互垂直,如图1-2所示,这时弹簧秤的读数可从图中读出。

由图可读出两个相互垂直的拉力的大小分别为 _____ N 和 _____ N。(只需准确到0.1 N)

答案:2.5 4.0

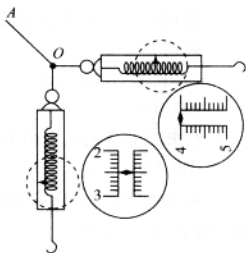


图 1-2



一、误区突破题组

▲误差的概念

- (2006·天津理综改编)小球测量的直径 d' 为 0.99 m, 其真实值 d 为 1.00 m, 则其百分误差 $\frac{|d' - d|}{d} = \underline{\hspace{2cm}}\%$ 。(保留一位有效数字)
- 关于误差及错误, 下列说法正确的是()
 - 测量值误差太大, 便是错误
 - 采用多次测量取平均值的方法, 可以减小误差, 但不能消除误差
 - 错误是人为造成的, 而误差是测量工具的不精密造成的
 - 误差时大时小, 因而造成实验中产生错误
- 用同一把刻度尺去测量两个不同长度的物体时, 下列说法中正确的是()
 - 测量较长的物体产生的绝对误差较大
 - 测量较短的物体产生的绝对误差较小
 - 测量较长的物体产生的相对误差较大
 - 测量较短的物体产生的相对误差较大

▲有效数字的确定

- (2006·四川)在“测定金属的电阻率”实验中, 需要测量金属丝的长度和直径。

现用分度值为 1 mm 的米尺测量金属丝的长度,图 1-3 中箭头所指位置是拉直的金属丝两端在米尺上相对应的位置,测得的金属丝长度为 _____ mm.



图 1-3

5. 以 km 为单位记录的某次测量结果为 7.8 km, 若以 m 为单位记录这一结果可写为()
- A. 7 800 m B. 7.8×10^3 m C. 780×10 m D. 7.800×10^3 m
6. 使用几种测量仪器得到下列三组数据, 请在横线上填上有效数字位数和测量仪器的分度值.
- (1) 长度: 0.402 mm, _____ 位有效数字, 仪器的分度值为 _____.
- (2) 温度: 52.2 °C, _____ 位有效数字, 仪器的分度值为 _____.
7. 已知某物体的长度用不同的仪器测量时, 有下列不同结果:
- ① 0.020 10 m ② 0.021 m ③ 2.010 1 cm ④ 2.01 cm
- 以上各数据的有效数字的位数依次为 _____, _____, _____, _____.

二、综合创新题组

▲生活现象类问题

8. 某型号的钢笔的长度在 12 cm 至 13 cm 之间, 若用分度值为 1 mm 的刻度尺来测量该钢笔的长度, 记录数据的有效数字的位数为 _____, 另一物体的长度在 120 cm 至 130 cm 之间, 若用分度值为 1 cm 的刻度尺来测量其长度, 记录数据的有效数字位数为 _____.
9. 秋天, 农作物成熟了, 测量一粒水稻和一颗冬枣的质量, 测量的结果分别为 1.00 g 和 100.00 g. 两测量值的误差都为 0.01 g, 问: 哪次测量可靠性更大?

题组答案详解

- 1.1 解析: $\frac{|d' - d|}{d} = \frac{|0.99 - 1.00|}{1.00} = 1\%$.
2. B 解析: 错误可避免, 误差不可消除, 但偶然误差可通过求均值的方法来减小, 误差并不是错误.
3. D 解析: 因为用同一把刻度尺测量两个不同长度的物体时, 刻度尺的分度值不变, 测量时的绝对误差与物体的长短没有对应关系, 绝对误差有可能相同, 而相对误差 = $\frac{\text{绝对误差}}{\text{物体的真实长度}}$, 显而易见, 物体的真实长度大, 相对误差就小, 反之相对误差就大.
4. 972.0 解析: 估读到分度值的十分之一, 即 $(982.0 - 10.0)$ mm = 972.0 mm.
5. B 解析: 7.8 km 为二位有效数字, 7 800 m、 7.800×10^3 km 为四位有效数字, 780×10 m 为三位有效数字, 7.8×10^3 m 为二位有效数字.
6. (1) 3 0.01 mm (2) 3 1 °C

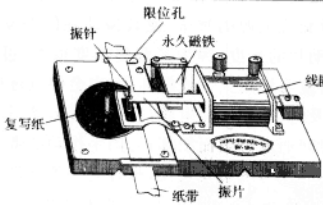
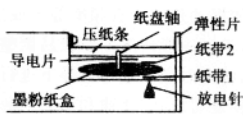
- 7.4 位 2 位 5 位 3 位 解析:从左右数,从第一个不为零的数字起,数到右边最末一位估读数字为止,包括末位的零都是有效数字。
- 8.4 4 解析:估读到分度值的十分之一,从左往右数,从第一个不为零的数字起,数到右边最末一位估读数字为止,为有效数字个数。
9. 后者比前者可靠性大 解析:虽然两个测量结果的绝对误差都为 0.01 g ,但前者误差是测量值的 1% ,后者误差是测量值的 0.01% ,即后者相对误差小。

实验二

用打点计时器测速度



一、两种打点计时器比较

类别	电磁打点计时器	电火花打点计时器
电压	交流 $4\sim 6\text{ V}$	交流 220 V
T 、 f	$T=0.02\text{ s}$ 、 $f=50\text{ Hz}$	$T=0.02$ 、 $f=50\text{ Hz}$
构造		
打点	振针 复写纸	电火花 墨粉
使用纸带	一条	二条或一条

二、实验目的

- (1) 练习使用电火花打点计时器和电磁打点计时器。
- (2) 利用打上点的纸带研究物体的运动情况。
- (3) 利用打上点的纸带计算物体的瞬时速度。
- (4) 利用算出各点的瞬时速度画出速度—时间图象。

三、实验器材

电火花打点计时器(或电磁打点计时器)、纸带、刻度尺、导线、220 V 交流电源(或低压交流电源)。

四、实验步骤

- (1) 安装器材；(2) 先接通电源，后匀速拉动纸带；
(3) 关闭电源，测量纸带上点的间距 Δx_1 、 Δx_2 ……

(4) 计算 $\bar{v}_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t}$ ， $\bar{v}_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t}$ ……

- (5) 用平均速度 \bar{v}_1 、 \bar{v}_2 ……作为各点附近的瞬时速度，作出 $v-t$ 图象。

方法技巧突破

一、实验规范操作七点注意

① 交流电源的电压及频率应符合要求；② 实验前应检查打点的清晰程度，必要时应调节振针的高度、振动片长度或更换复写纸；若点迹不清晰或有漏点情况，应适当将振针的高度调低(或将振针的长度稍微调长点)；若出现双点或拖尾情况，应适当将振针的高度调高(或将振针的长度调短点)，这是振针与纸带接触时间过长，即振动片的振幅过大造成的。若出现振针的振幅较小或者振动不稳定，可知当调节振动片的长短使振动片的固有频率等于或接近交流电源的频率，使其振动片的振动达到稳定状态，不过一般情况不要轻易调整振动片的长度，因为其调整难度很大，可能会弄巧成拙，必要时应在老师指导下进行；若复写纸用久了或损坏了，也会使点迹模糊，应注意更换复写纸；③ 接通和切断电源要及时，要先接通电源，后让纸带运动；每打完一条纸带，应及时切断电源，防止线圈长时间通电过热而损坏；④ 用手拉动纸带应速度适中，纸带要平直，不要与限位孔相摩擦；⑤ 复写纸不要装反，每打完一条纸带，应将圆形复写纸的位置调整一下，以保证打点清晰；⑥ 不必把运动开始时打下的第一个点作为开始计量的起点；⑦ 测量某段长度时，不要用短尺分段累积测量。

二、优先选用电火花打点计时器的原则

电火花打点计时器工作时，纸带运动所受阻力小，实验误差小，操作简便，无需调整工作电压。

例 1 电磁打点计时器是一种使用_____电源的计时仪器，它的工作电压为_____V，当电源频率为 50 Hz 时，它每隔_____s 打一次点。使用电磁打点计时器时，应将纸带穿过_____，复写纸套在_____上，并要放在纸带的_____面；应把_____电源用导线接在接线柱上；打点时应先_____，再让纸带运动。

分析：电磁打点计时器是一种测量时间的仪器，需要使用 4~6 V 低压交流电源，它每

隔一个周期打一个点,因此纸带上两个点之间的时间间隔为一个周期,使用打点计时器时,纸带应穿过限位孔,复写纸套在定位轴上,打点时应先接通电源,再让纸带运动。

答案:交流 4~6 0.02 两个限位孔 定位轴 上 低压交流 接通电源

规律小结:该题考查了打点计时器的工作原理、结构和操作过程,要掌握以上知识,必须要亲自接触一下打点计时器,并且要多次练习。在使用过程中常见现象和调节方法:

现象	原因	调节的方法
打点不清晰	1. 振针过高 2. 电压太低,振幅小 3. 复写纸用得太久	1. 把振针适当调低 2. 调高电压 3. 换新的复写纸
打的不是点,是短线	1. 振针过低 2. 所加电压太高,使振幅过大	1. 把振针适当调高一些 2. 适当调低电压
打双点	振针松动	把振针固定

例 2 使用打点计时器时,下列问题对实验的影响是什么?

- (1)错接在直流电源上,影响是_____。
- (2)电源频率不稳定,影响是_____。
- (3)打点针压得太紧,影响是_____。
- (4)电源电压不稳定,影响是_____。
- (5)振针过长,影响是_____。

答案:(1)不会打点 (2)打点间隔无规律,不总是每隔 0.02 s 打一个点,但纸带上看不出,而实际上打点间隔已不是 0.02 s 内物体运动的位移 (3)针与纸带接触时间过长,使“点”变成“线” (4)不影响打点的时间间隔,但影响打点的清晰程度 (5)对纸带的影响和振针压得太紧相似,打出的是间断的直线

三、利用纸带计算速度的方法

结合纸带求平均速度,关键是必须明确是在哪段时间间隔内或在哪段位移上的平均速度,只是笼统地讲平均速度是无意义的。时间极短时,平均速度可作为该段位移内某点的瞬时速度。

例 3 一打点计时器所用交流电的频率是 50 Hz,如图 2-1 所示,纸带上的 A 点先通过打点计时器,则:

- (1)A、B 之间历时几秒?
- (2)A、B 之间的位移为多少米?
- (3)AB 段的平均速度为多少?
- (4)AD 段的平均速度为多少?

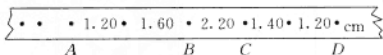


图 2-1

分析 由电源频率是 50 Hz 知,两个点之间的时间间隔为 0.02 s,根据平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 和打点计时器的工作原理可求解.

解:(1)A、B 之间历时 $t = 2T = 0.04$ s.

(2)A、B 之间的位移为 $s = (1.20 + 1.60) \times 10^{-2}$ m = 2.80×10^{-2} m.

(3)AB 段的平均速度为: $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2.80 \times 10^{-2}}{0.04}$ m/s = 0.70 m/s.

(4)AD 段的平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{7.60 \times 10^{-2}}{0.1}$ m/s = 0.76 m/s.



能力点津:要求从教科书和阅读“说明卡”观察仪器,掌握使用打点计时器在纸带上记录时间和位移的技能,并运用这一技能测定平均速度,画 $v-t$ 图象.培养使用打点计时器的基本技能,并学会处理数据的基本能力.

考例 利用打点计时器研究一个约 1.4 m 高的商店卷帘的运动.将纸带粘在卷帘底部,纸带通过打点计时器随帘在竖直面内向上运动.打印后的纸带如图 2-2 所示.数据如表格所示.纸带中 AB、BC、CD……每两点之间的时间间隔为 0.10 s,根据各间距的长度,可计算出卷帘在各间距内的平均速度 $v_{平均}$,可以将 $v_{平均}$ 近似地作为该间距中间时刻的即时速度 v .

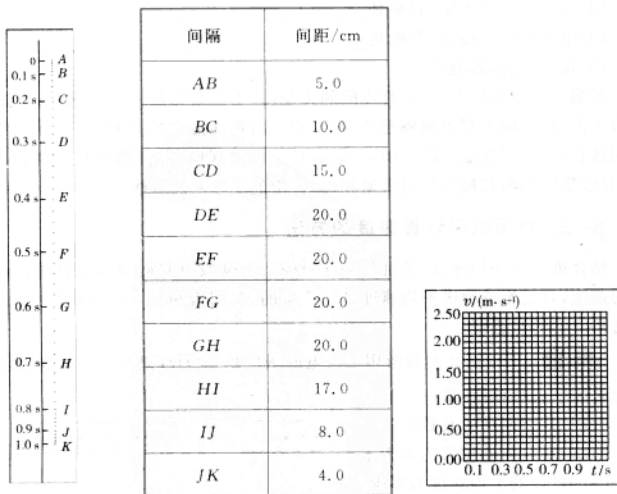


图 2-2

图 2-3