

重难点手册

- ★五千万学子的制胜宝典
- ★八省市名师的在线课堂
- ★十九年书业的畅销品牌

新课标

供高中各年级使用

高中物理实验

张立稳 主编



重难点手册

供高中各年级使用

高中物理实验

主 编 张立稳

- ★五千万学子的制胜宝典
- ★八省市名师的在线课堂
- ★十九年书业的畅销品牌



华中师范大学出版社

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

重难点手册——高中物理实验/ 张立稳主编. —1 版.

—武汉:华中师范大学出版社,2011. 1

ISBN 978-7-5622-4144-7

I. ①重… II. ①张… III. ①物理课—高中—教学参考资料

IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 032309 号

重难点手册——高中物理实验

主编:张立稳

责任编辑:胡小忠

责任校对:王 炜

封面设计:新视点

选题设计:第一编辑室(027—67867361)

出版发行:华中师范大学出版社©

社址:武汉市珞喻路 152 号

邮编:430079

销售电话:027—67867371 027—67867076 027—67863040

传真:027—67863291

邮购:027—67861321

网址:<http://www.ccnupress.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:武汉市新华印刷有限责任公司印刷 督印:章光琼

字数:456 千字

开本:880mm×1230mm 1/32

印张:14.5

版次:2011 年 1 月第 1 版

印次:2011 年 1 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

欢迎上网查询、购书

敬告读者:为维护著作人的合法权益,并保障读者的切身利益,本书封面采用压纹制作,压有“华中师范大学出版社”字样及社标,请鉴别真伪。

如发现盗版书,请打举报电话 027—67861321

体例特色与使用说明

- **新课标：**贯彻新课标精神，定位新课标“三维”目标，贴近新课标高考大纲要求，注重学习规律和考试规律的整合，全面提升考试成绩和综合素质。
- **大突破：**突破传统的单向学习模式，将教材知识、拓展知识和隐性方法类知识植入新课堂，立体凸现学科知识结构和解题方法规律，破解高考“高分”瓶颈。

同步篇·必修部分

遵循最新课程标准、高考大纲要求，与教学同步，全程阐释实验知识、方法与技能，激发学生进行科学探究的兴趣。

自主学习——教材导学

名师根据多年教学经验，导引实验学习探究总方向，有助于学生有的放矢，精力集中在有价值的领域，学习变得倍速高效！

合作学习——问题释疑

由易到难掌握重点、由浅入深突破难点、抓住本质化解疑点、详略得当梳理考点，使每个实验成为你技压群芳的亮点！

研究学习——方法展示

提炼实验规律与方法，独创“规律—例题—点拨”教学模式，搭建思维平台，彰显科学规律，锤炼学生良好的学习思维能力。

应用学习——典例剖析

精选好题新题，直击考点、点拨思路、传授技巧，探寻考试命题规律，通过一例母题攻克一类子题，系统提升解题能力！



第一部分

必修部分

必修 1.2 部分

实验一 用打点计时器测速度

自主学习——教材导学

一、实验目的

1. 了解打点计时器的结构、工作原理及使用方法，练习使用打点计时器。
2. 用打点计时器测速度。
3. 用图像表示速度。

二、实验原理

1. 测量平均速度

利用打点计时器在运动的纸带上打出一系列点，通过毫米刻度尺量出纸带上任意两点之间的路程 s ，读出该两点之间的点迹间隔 n ，就可求出打点计时器打下这两点所经历的时间 $t = nT$ (T 为打点计时器的打点周期)。

合作学习——问题释疑

问题 1：电磁打点计时器与电火花打点计时器，在实验中选择哪一个更合理？

释疑：电磁打点计时器若通过打针上下振动，从而在纸带上打出一系列点迹，这种打点起始的振动方式，误差较大。而电火花，电火花打点计时器则更简便，因此，选用电火花打点计时器更合理。

问题 2：如何根据纸带上打下的点迹来判断纸带的运动性质和运动方向？

释疑：若纸带在做匀加速运动，则其上的点迹分布均匀等距；若纸带在做加速运动，则其上的点迹分布越来越密，从疏点指向密点的方向为纸带运动的方向；若纸带在做减速运动，则其上的点迹分布越来越疏，从密点指向疏点的方向为纸带的运动方向。

研究学习——方法展示

1. 用图像描述速度运动

用图像描述物理规律是物理学研究问题的另一种途径，物理图像能直观表示相关物理量之间的关系。

那么怎样用图像来描述物体的运动呢？

(1) 位移—时间 ($s-t$) 图像

物体做匀变速直线运动时，记录物体在不同时间的位移，列表，然后建立 $x-t$ 直角坐标系，根据表中数据在坐标系上描点（至少描五个点），利用一条平滑的曲线将这些点连接起来，就得到物体做匀变速直线运动的位移—时间 ($s-t$) 图像，简称位移图像。

匀变速运动的位移图像是一条倾斜的直线，如图 1-1-6 所示。

示：根据图像可求出：

- ① 物体在任意一段时间内的位移。
- ② 物体通过任意一段位移所需时间。
- ③ 物体运动的速度（等于直线的斜率，斜率的正、负体现了

图 1-1-6

应用学习——典例剖析

例 1：在使用电磁打点计时器测速度时，应做以下的工作。

- A. 所用电源是否符合要求
 - B. 纸带是否平整
 - C. 打点周期是否定时
 - D. 复写纸与纸带的安装是否正确
- 解析：**电磁打点计时器的使用注意事项，即可完成本题。

例 2：根据电磁打点计时器的工作特性及注意事项可知，本题选 A、B、C、D。

例 3：把纸带的下端固定作重物上，上面用手提着，纸带穿过打点计时器，接通电源后让重物释放，重物拉着纸带下落，纸带被打出一系列点，其中有一段如图 1-1-7 所示。

图 1-1-7

新课标《物理重难点手册》新突破

- **讲实用：**完全同步于新教材，导—学—例—训四位一体，落实课程内容目标和考纲能力要求，揭密高考解题依据和答题要求，破解重点难点。
- **大品牌：**十多年的知名教辅品牌，一千多万学子全程参与，十余万名一线教师的倾力实验，堪称学习规律与考试技术深度融合的奇迹，缔造着使用效果显著、发行量惊叹的神话。

达标评价——知识训练

夯实基础题

1. 在实验中，下列关于计数点间时间间隔的说法中，正确的是()。
- A. 隔四个点取一个计数点，则计数点间的时间间隔为 0.10s。
 - B. 隔五个点取一个计数点，则计数点间的时间间隔为 0.08s。

能力拓展题

1. 根据打点计时器打出的纸带，我们可以不用公式计算就能直接得到的物理量是()。
- A. 时间间隔 B. 位移 C. 速度 D. 平均速度



第二部分

选修3系列

选修3-1部分

实验一 电磁场应用中的相关仪器

自主学习——教材助学

1. 磁电式仪表的工作原理
(1) 匝数为 N 、通电流为 I 、面积为 S 的线圈置于在均匀磁场中，安培力产生的转动磁力矩 $M = NIBIS \sin \theta$ 为线圈平面与



第三部分

实验方法篇

方法一 控制变量法

方法解读

物理学中对于多因素(多变量)的问题，常常采用控制其他因素(变量)不变只改变其中的某一个因素，来单独研究这个因素对事物的影响，依次对每一个因素加以研究，最后再综合解决，这种方法叫控制变量法。



第四部分

实验综合篇

方法解读

随着新一轮课改的不断深入，高考对实验能力的考查也具有新的更高要求。从近年高考实验命题趋势上看，已从原来考查课本实验原理、步骤、数据处理及简单的函数分析等，逐步演变为要求学生运用学过的实验原理、方法，使用过的仪器装置，来解决立意新颖、设问综合的实验问题；在试题表现形式上，由单一基本的形式向综合、开放式的高层次发展；在试题变化的内容上，其主要变化有：(1) 变换实验目的；(2) 变换实验原理；(3) 变换实验器材；(4) 改变实验条件；(5) 变换数据处理的方法；(6) 选择实验方法；(7) 控制并分析实验误差；(8) 撰



参考答案

与提示

第一部分 必修部分

必修1 1.2部分

实验一 用打点计时器测速度

1. 1. A、D 2. C 3. A、D 4. A、C、D 5. C 6. A、C 7. B、C、D
8. C 9. 0.385 s 10. 11. 0.20 s
12. 无交流电 13. 有交流电 14. 有交流电 15. 定滑轮 16. 细绳 17. KN 18. DT 19. B、D、E、F
20. 无电 21. 增加速度

双级题型优化测训

基础题、综合题、拓展题
分层测训。坚持科学学习练，定能
将实验的重点、难点、疑点和
考点演变为高考满分的支点！

同步篇·选修部分

首创“专题”模式，揭示一类
实验和技术的原理、规律、操作
程序等，使学生透彻理解实验，
全面提升现代生物科学素养！

实验方法篇

据考纲要求对高中阶段所
学实验进行分析、比较、归类、总
结，系统整合实验知识、方法、规
律，使学习轻松自如、有章可循！

实验综合篇

考前冲刺：系统扫描实验
基础知识，科学整合运用实验
方法与技能，全面提升答题技
术。只要勇于拼搏定能实现满
分突破！

参考答案与提示

由名师作答、解析，科学观
范，助你掌握举一反三、触类旁
通的解题方法，从而在考试中
马到功成，立于不败之地！

《高中物理重难点手册》编委会

主 编 张立稳

编 委	许小云	杨宇红	胡晓萍	王 强
	陈乾坤	李双文	李毓洪	李玉白
	杨辅斌	谭 永	程 嗣	汪适中
	高永山	柴晓莉	许胜祥	程首宪
	丁庆红	黄鼎三	邓永忠	周望洲
	李爱平	刘延松	梁依斌	曾少平

目 录

实验基础知识——读数及误差	(1)
第一部分 必修部分	(4)
实验一 用打点计时器测速度	(4)
实验二 探究小车速度随时间变化的规律	(18)
实验三 研究自由落体运动	(28)
实验四 探究弹簧的弹力与弹簧形变量的关系	(35)
实验五 测定动摩擦因数	(43)
实验六 探究求合力的方法	(51)
实验七 探究加速度与力、质量的关系	(59)
实验八 研究平抛运动	(73)
实验九 探究弹簧的弹性势能的表达式	(83)
实验十 探究功与速度变化的关系	(93)
实验十一 验证机械能守恒定律	(104)
第二部分 选修3系列	(118)
实验一 电磁场应用中的相关仪器	(118)
实验二 静电现象	(131)
实验三 电容器及示波管	(139)
实验四 伏安法测电阻 测小灯泡的伏安特性曲线	(152)
实验五 电表的改装 电阻定律	(164)
实验六 多用电表的使用	(173)
实验七 测定电池的电动势和内阻	(186)
实验八 研究电磁感应现象	(198)
实验九 电磁感应的应用	(211)
实验十 传感器的应用	(219)



实验十一	用油膜法估测分子的大小	(228)
实验十二	研究简谐运动的图象	(235)
实验十三	单摆	(242)
实验十四	探究受迫振动	(253)
实验十五	绳波和弹簧波演示	(259)
实验十六	测定玻璃的折射率	(264)
实验十七	光的双缝干涉	(277)
实验十八	用双缝干涉测光的波长	(285)
实验十九	光的色散 薄膜干涉	(299)
实验二十	探究碰撞中的不变量	(311)
第三部分	实验方法篇	(327)
方法一	控制变量法	(327)
方法二	转换法	(337)
方法三	放大法	(348)
方法四	模拟法	(352)
方法五	比较法	(355)
方法六	近似法	(359)
方法七	留迹法	(363)
方法八	外推法	(369)
方法九	等效替代法	(373)
方法十	累积法	(378)
方法十一	平衡法	(380)
第四部分	实验综合篇	(385)
参考答案与提示		(417)

实验基础知识

——读数及误差

物理学是一门以实验为基础的科学。实验是研究物理的一种基本方法。通过设计实验方案,来探究自然规律,是人类认识自然的一种科学思想方法。

正确记录、分析、处理数据,得出合理结论,是物理实验能力的重要组成部分,中学物理实验中应当掌握以下基本知识:

一、实验中的有效数字

在任何一个物理量的测量中,无论使用多么精密的仪器,所测结果与真实值总是有差别的,是近似的。如我们用尺子测量某一物体的长度时,尺子再精确,它总是有最小刻度的。而物体的长度不一定恰好是最小刻度的整数倍,这样不够一个最小刻度的部分就要靠人的主观估计来确定。例如某尺子的最小刻度为 1 mm,有人测长度时其读数为 12.85 cm,其中 12.8 cm 是准确可靠的,而最后一位数字 5 则是估计的,这位数字可能因不同的人、观察位置不同、操作的熟练程度不同,会估计出不同的结果(或 12.84 cm 或 12.86 cm 均有可能),因此这位估计数字是不可靠的。估计数字只可取一位,多取无意义。所以,我们把这种带有一位不可靠数字的近似数字,叫做有效数字。关于有效数字,应掌握以下几点:

1. 一切非零数字都是有效数字。如 12.85 cm 是四位有效数字。
2. 非零数字之间的零及非零数字后边的零都是有效数字。如 1.002 和 6.000 均是 4 位有效数字,0.280 和 0.208 均是 3 位有效数字。
3. 有效数字的位数与单位和小数点的位置无关。如 12.85 cm、128.5 cm、0.1285 m 均是四位有效数字。
4. 乘方不算有效数字。如 5.12×10^4 为 3 位有效数字。5000 若声明为 3 位有效数字,则应写成 5.00×10^3 。

根据有效数字位数的要求,我们可以选取不同准确度的测量仪器,如测量 60 m 跑道的长度,要求四位有效数字(即 $\times \times . \times \times$ m),则第四位应是 cm,是估计出来的,第三位是 dm,是准确的,因此应用最小刻度为分米的皮尺。

利用测量结果还可以判断出量具的最小刻度(准确度)。如测得电流为 1.21 A,其电流表的最小刻度为 0.1 A;测得质量为 56.745 g,则天平的最小感量是 0.01 g。有效数字的位数愈多,反映了测量仪器的精度越高。如测某物体的长度,用米尺测



量为 1.23 cm (3 位有效数字); 用游标卡尺测量为 1.234 cm (4 位有效数字); 用螺旋测微器测量为 1.2341 cm (5 位有效数字)。根据需要, 一个实验对测量结果的有效数字有一定的要求, 而实验时能否达到这样的要求, 则受到测量仪器的限制。

在实验中要能够正确读数, 正确运算, 在处理数据时, 不要在有效数字的位数上出现错误。

二、测量仪器的读数规则

在直接测量中读出的测量值的有效数字的最后一位要与读数误差所在的一位取齐, 因而测量仪器的读数规则为: 测量误差出现在哪一位, 读数就相应读到哪一位。在中学阶段一般可根据测量仪器的最小分度来确定读数误差出现的位置。对于常用的仪器可按下述方法读数:

(1) 最小分度是“1”的仪器, 测量误差出现在下一位, 下一位按十分之一估读, 如最小刻度是 1 mm 的刻度尺, 测量误差出现在毫米的十分位上, 估读到十分之几毫米。

(2) 最小分度是“2”或“5”的仪器, 测量误差出现在同一位上, 同一位分别按二分之一或五分之一估读。如学生用的电流表 0.6 A 量程, 最小分度为 0.02 A, 误差出现在安培的百分位, 只读到安培的百分位, 估读半小格, 不足半小格的舍去, 超过半小格的按半小格估读。以安培为单位读数时, 百分位上的数字可能为 0、1、2、…、9; 学生用的电压表 15 V 量程, 最小分度为 0.5 V, 测量误差出现在伏特的十分位上, 只读到伏特十分位, 估读五分之几小格, 以伏特为单位读数时, 十分位上的数字可能为 0、1、2、…、9。

三、误差及其计算

1. 真值: 是指被测物理量在规定的时间和空间内的客观大小, 即物理量的真实值。实验中真值是得不到的, 通常用多次测量的算术平均值来代替真值, 且测量次数越多, 平均值就越接近真值。

2. 测量值: 由测量仪器直接读出的物理量的数值或将测量数据直接代入公式计算出来的物理量的数值。

3. 误差

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, 实验误差不可避免, 只可以减小。

4. 偶然误差和系统误差

(1) 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影响, 使测量结果与真实值有偏差, 有时偏大, 有时偏小, 在一定数值范围内无规则地涨落, 但在大部分测量中, 偏大、偏小的概率相等, 这种误差叫偶然误差。

偶然误差的两大基本特点是: 第一, 偶然误差在多次测量中有时偏大, 有时偏小, 且偏大、偏小的程度不同; 第二, 偶然误差的产生是因为在实验过程中遇到无

法预测、无法控制的偶然因素的影响,如电压的不稳定引起输出电流的波动,外部环境的气流、室温、振动等使实验受到干扰,读数时人眼在估读时具有偶然性等。

减小偶然误差的方法是多次测量取平均值。

(2) 系统误差:系统误差是由于仪器本身不准、实验方法不科学或实验原理不完善而产生的,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。系统误差的主要来源:

① 仪器误差:由于仪器本身的缺陷,如弹簧测力计的零点不准、天平砝码的标称质量不准、秒表秒针转轴 O 与转盘中心 O' 不重合等等。

② 理论误差:实验所依据的理论或实验方法不完善,如用伏安法测电阻时,没有考虑电表的内阻对实验结果的影响。

③ 环境误差:实验时没有考虑外部环境的影响,如在温度为 15°C 的环境中,使用 20°C 条件下标定的标准定值电阻。

实验中误差不可避免,但可以减小。而用不正确的方法造成的结果,称为“错误”。错误是可以而且应当避免的。

5. 绝对误差和相对误差

(1) 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,可以用来衡量一个测量结果的精确度,但不能比较两个测量结果的精确度的高低。例如:用米尺测得金属导线的长度为 100.00 cm ,绝对误差为 2 mm ;同时用螺旋测微器测得金属导线的直径为 0.400 mm ,绝对误差为 0.010 mm 。两个测量结果相比,前者绝对误差是后者的 200 倍,粗看起来后者精确度比前者高。实际上两个绝对误差只能反映各自测量的精确度,而不能用于比较两者精确度的优劣。因为绝对误差 2 mm 只不过是金属导线本身长度 100.00 cm 的 0.2% ,而绝对误差 0.010 mm 是金属导线直径 0.400 mm 的 2.5% ,所以两个测量结果,前者要比后者精确。为了比较两个测量结果的精确度,要引入相对误差的概念。

(2) 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:

$$\text{相对误差}(\eta) = \frac{\text{绝对误差}(\Delta N)}{\text{真实值}(N_0)} \times 100\%.$$

一般情况下,待测量的真实值是不知道的,实验计算时常用多次测量的平均值来代替真实值。即:

$$\text{相对误差}(\eta) = \frac{\text{绝对误差}(\Delta N)}{\text{测量平均值}(N)} \times 100\%.$$

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。



第一部分

必修部分

必修 1、2 部分

实验一 用打点计时器测速度



自主学习——教材导学

一、实验目的

1. 了解打点计时器的结构、工作原理及使用方法,练习使用打点计时器.
2. 用打点计时器测量速度.
3. 用图象来表示速度.

二、实验原理

1. 测量平均速度

利用打点计时器在运动的纸带上打出一系列点,通过毫米刻度尺测量纸带上任意两点之间的距离 Δx (应估读到 0.1mm),数出这两点之间的点迹间隔数 n ,就可求出打点计时器打下这两点所经历的时间 $\Delta t = nT$ (T 为打点计时器的打点周期, $T = 0.02\text{s}$).从而求出在打点计时器打下这两点的过程中,纸带运动的平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.

2. 测量瞬时速度

测量瞬时速度的方法是在测量平均速度方法的基础上,利用取极限的思想,让 Δt 逐渐趋近于零,则 \bar{v} 也就逐渐趋近于这两点之间某一时刻的瞬时速度.但在实际测量中并不是 Δt 取得越短,平均速度就越接近瞬时速度.因为 Δt 取得越短,这两点间的距离的测量误差就越大了,故应根据具体情况来选取这两个点.如图 1-1-1 所示,要测量打点计时器打下点 C 时纸带运动的瞬时速度 v_C .若纸带上相邻两点间间距较大便于测量时,则 B 、 D 两点之间的平均速度就比 B 、 E 两点之

间的平均速度更接近于C点的瞬时速度.

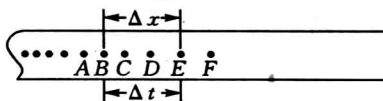


图 1-1-1

三、实验器材

打点计时器(电磁打点计时器或电火花打点计时器)、纸带、交流电源、复写纸、导线、坐标纸、毫米刻度尺.

四、两种打点计时器

1. 电磁打点计时器

(1) 结构: 如图 1-1-2 为电磁打点计时器的结构图. 其主要部件的名称为:

① 电源接线柱 ② 线圈 ③ 永久磁铁 ④ 振片 ⑤ 振针 ⑥ 限位孔 ⑦ 复写纸 ⑧ 纸带 ⑨ 转轴

(2) 工作原理: 电磁打点计时器是一种计时仪器. 接通交流电源后, 在线圈和永久磁铁的作用下, 振片便振动起来, 从而带动其上的振针一起上下振动. 如果纸带不动, 振针便通过复写纸在纸带上留下一个小点; 如果物体带动纸带一起运动, 振针便在纸带上打下一系列点, 这些点便记录了物体的运动情况.

(3) 工作特征: 电磁打点计时器的工作电源为 4V~6V 的低压交流电源, 由学生电源来供电, 打点周期 $T=0.02\text{ s}$, 即打点计时器每隔 0.02 s 就打下一个计时点.

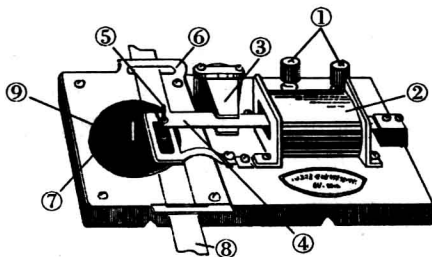


图 1-1-2

2. 电火花打点计时器

(1) 结构: 如图 1-1-3 为电火花打点计时器的结构图. 其主要部件的名称为:

① 负脉冲输出插座(黑色) ② 正脉冲输出插座(红色) ③ 脉冲输出开关 ④ 墨粉纸盘 ⑤ 纸带 ⑥ 弹性片 ⑦ 纸盘轴 ⑧ 压纸条 ⑨ 电源插头.

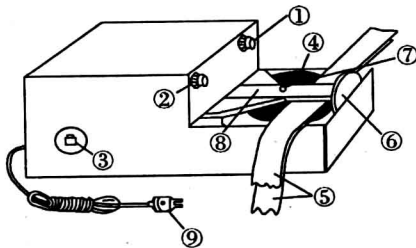


图 1-1-3

(2) 工作原理: 将插头插入插座后, 合上脉冲输出开关, 电火花打点计时器发



出的脉冲电流经过接正极的放电针、墨粉纸盘到接负极的纸盘轴产生火花放电。电火花将墨粉纸盘上的墨粉蒸发到纸带上留下点迹。如果纸带不动,则在纸带上留下一个点迹;如果物体带动纸带一起运动,则纸带上便留下一系列点,这些点便记录了物体的运动情况。

(3) 工作特征: 电火花打点计时器的工作电源为 220 V 的交流电源, 计时周期 $T=0.02\text{ s}$, 即电火花打点计时器每隔 0.02 s 放一次电, 在纸带上留下一个点迹。

五、实验步骤

1. 了解打点计时器的结构, 然后把它固定在桌子上。
2. 把纸带装好。
3. 启动电源, 用手水平拉动纸带, 纸带上就打出一行小点, 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。如果数出 n 个点, 弄清从第一个点到第 n 个点的间隔数, 由此计算出纸带从第一个点到第 n 个点的时间 $\Delta t=(n-1)T$, 并记录到此前设计的表格里。
5. 用刻度尺测量出从第一个点到第 n 个点的距离 Δx , 并对应记录到此前设计的表格里。

6. 利用公式 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 来计算纸带在这段时间内的平均速度。选择合适的点距, 利用公式 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 来估算纸带经过某点时的瞬时速度。

六、注意事项

1. 应根据自己选用的打点计时器的种类, 合理选配电源的电压和频率。
2. 实验前应检查计时器打点的稳定性和清晰程度。对于电磁打点计时器, 可以调整振针的高度或更换复写纸; 对于电火花打点计时器, 可以更换墨粉纸盘。
3. 接通和切断电源要及时, 并且要先接通电源, 待打点稳定后, 再拉动纸带。
4. 如果选用电磁打点计时器, 应注意白纸在下, 复写纸在上; 如果选用电火花打点计时器, 白纸在下, 墨粉纸盘在上, 且墨粉纸盘有墨粉的那一面朝下。如果选用电火花打点计时器, 最好用两条纸带夹住墨粉纸盘, 这样有利于在纸带运动的过程中, 墨粉纸盘旋转, 从而在纸带上打下更清晰的点迹, 但能打上点迹的只有下面那条纸带, 上面那条纸带还可再用。

例 1 某学生在做用打点计时器测速度的实验时, 其开始时的装配图如图 1-1-4 所示, 其中有错误或不妥之处, 请把它们找出来。

导析 题中说本装置是实验开始时的装配图, 应仔细观察图中所提供的器材的配置及器材的位置, 然后根据各打点计时器的工作特征及注意事项来判断。

解答 电磁打点计时器必须接交流电源, 而图中所接为直流电源, 显然是

个错误;开始时,小车离定滑轮太近,向前运动的余地太小,致使纸带上留下的计时点过少,给测量带来不便,产生较大的误差;滑轮的位置太低,致使砝码与小车之间的连线与木板相接触,且线的拉力方向与板面不平行,阻力大,误差也大。这三点是实际操作中易忽视的,应予以注意。

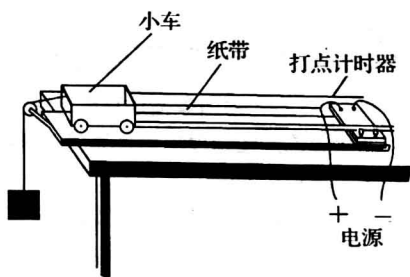


图 1-1-4

例 2 用接在 50 Hz 交流电源上的打点计时器测定小车的运动情况。某次实验中得到一条纸带,如图 1-1-5 所示,从比较清晰的点算起,每五个打印点取一个计数点,分别标明 0、1、2、3、...,量得 0 与 1 两点间距离 $x_1 = 30 \text{ mm}$, 2 与 3 两点间的距离 $x_3 = 48 \text{ mm}$,则小车在 0 与 1 两点间平均速度为 $\bar{v}_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s,在 2 与 3 两点间的平均速度为 $\bar{v}_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s。

导析 由于每五个打印点取一个计数点,则两计数点间的时间间隔为 $T = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$ 。另外,计算平均速度只需

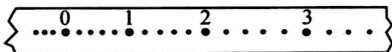


图 1-1-5

要按照其定义式 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 进行。

解答 由平均速度的定义式 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 得

$$\bar{v}_1 = \frac{x_1}{T} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0.1} \text{ m/s} = 0.3 \text{ m/s};$$

$$\bar{v}_2 = \frac{x_2}{T} = \frac{48 \times 10^{-3}}{0.1} \text{ m/s} = 0.48 \text{ m/s}.$$

合作学习——问题释疑

问题 1 电磁打点计时器与电火花打点计时器,在实验中选用哪一个更合理?

诠释 由于电磁打点计时器是通过振针上下振动,从而在纸带上打下一系列点迹,这种方式引起的阻力大,误差也大。相比而言,电火花打点计时器操作更简便,因此,选用电火花打点计时器更合理。

问题 2 如何根据纸带上打下的点迹来判断纸带的运动性质和运动方向?

诠释 若纸带在做匀速运动,则其上的点迹分布均匀等距;若纸带在做加速运动,则其上的点迹分布越来越疏,从疏点指向密集点的方向为纸带运动的方向;若纸带在做减速运动,则其上的点迹分布越来越密,从密集点指向疏点的方向为纸带的运动方向。



研究学习——方法展示

◇◇ 1. 用图象描述直线运动 ◇◇

用图象描述物理规律是物理学研究问题的另一种途径。物理图象能直观表示相关物理量之间的关系。

那么怎样用图象来描述物体的运动呢？

(1) 位移—时间($x-t$)图象

物体做匀速直线运动时,记录物体对应不同时间的位移,列表,然后建立 $x-t$ 直角坐标系。根据表中数据在坐标系上描点(至少描五个点),利用一条平滑的曲线将这些点连接起来,就得到物体做匀速直线运动的位移—时间($x-t$)图象,简称位移图象。

匀速直线运动的位移图象是一条倾斜的直线,如图 1-1-6 所示。根据图象可求出:

- ① 物体在任意一段时间内的位移。
- ② 物体通过任意一段位移所需时间。
- ③ 物体运动的速度(等于直线的斜率,斜率的正、负体现了运动的方向,斜率的大小表示物体速度的大小)。

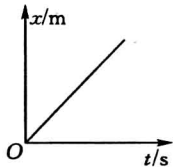


图 1-1-6

匀变速运动的位移图象为曲线,曲线上某一点的切线的斜率表示该点的速度。

(2) 速度—时间($v-t$)图象

物体做直线运动时,记录物体在不同时刻的速度,列表,然后建立 $v-t$ 直角坐标系。根据表中数据在坐标系中描点(至少描五个点),利用一条平滑的曲线将这些点连接起来,就得到了物体做直线运动的速度—时间($v-t$)图象,简称速度图象。

匀速直线运动的速度图象是一条平行于 t 轴的直线。

匀变速直线运动的速度图象是一条倾斜的直线。

根据速度图象可求出:

- ① 任一时刻物体的速度。
- ② 任一段时间物体的位移。
- ③ 某一时刻物体的加速度(等于直线的斜率,对于变速直线运动的加速度则为速度图象上某一点的切线的斜率)。

例 3 用打点计时器记录了被小车拖动的纸带的运动情况,如图 1-1-7 给出了该次实验中,从 0 点开始,每 5 个点取一个计数点的纸带,其中 0、1、2、3、4、5、6 都为计数点。测得: $x_1 = 1.40\text{cm}$, $x_2 = 1.90\text{cm}$, $x_3 = 2.38\text{cm}$, $x_4 = 2.88\text{cm}$,

$x_5 = 3.39\text{cm}, x_6 = 3.87\text{cm}.$

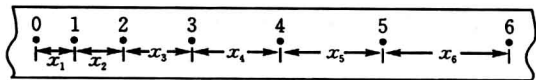


图 1-1-7

(1) 在打点计时器打出点 1、2、3、4、5 时,小车的速度分别为: $v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s,
 $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s, $v_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s, $v_4 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s, $v_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s.

(2) 将 1、2、3、4、5 各个时刻的瞬时速度标在如图 1-1-8 所示的坐标系上,并画出小车的瞬时速度随时间变化的关系图象.

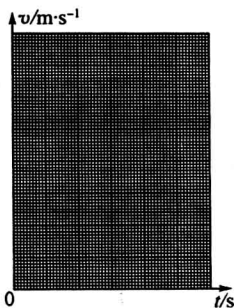


图 1-1-8

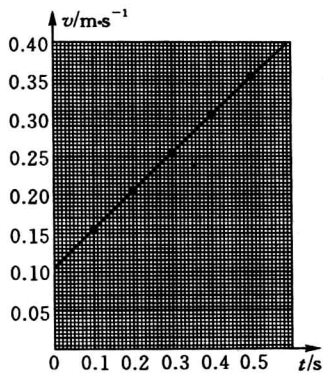


图 1-1-9

导析 根据实验数据,利用物体在某段短时间内的平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 来代替某一点的瞬时速度的方法求出各点的瞬时速度.描点后注意要用平滑的曲线相连.

解答 (1) 小车打下各点时的速度:

$$v_1 = \frac{x_1 + x_2}{2T} = \frac{1.40 + 1.90}{2 \times 0.1} \text{ cm/s} = 16.50 \text{ cm/s} = 0.165 \text{ m/s},$$

$$v_2 = \frac{x_2 + x_3}{2T} = \frac{1.90 + 2.38}{2 \times 0.1} \text{ cm/s} = 21.40 \text{ cm/s} = 0.214 \text{ m/s},$$

$$v_3 = \frac{x_3 + x_4}{2T} = \frac{2.38 + 2.88}{2 \times 0.1} \text{ cm/s} = 26.30 \text{ cm/s} = 0.263 \text{ m/s},$$

$$v_4 = \frac{x_4 + x_5}{2T} = \frac{2.88 + 3.39}{2 \times 0.1} \text{ cm/s} = 31.35 \text{ cm/s} = 0.314 \text{ m/s},$$

$$v_5 = \frac{x_5 + x_6}{2T} = \frac{3.39 + 3.87}{2 \times 0.1} \text{ cm/s} = 36.30 \text{ cm/s} = 0.363 \text{ m/s}.$$

(2) 根据速度的大小,选定合适的标度,将各点的速度描绘在 $v-t$ 图上,并用平滑的曲线相连,如图 1-1-9 所示.