

实验一：研究匀变速直线运动

{INCLUDEPICTURE"15WL1-37.TIF"}

一、实验目的

1. 练习正确使用打点计时器，学会利用打上点的纸带研究物体的运动。
2. 掌握判断物体是否做匀变速直线运动的方法($\Delta x = aT^2$)。
3. 测定匀变速直线运动的加速度。

二、实验器材

电火花计时器(或电磁打点计时器)、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、复写纸片。

考点一 实验原理与操作

[典例 1] 某同学用如图实-1-1 甲所示的实验装置研究匀变速直线运动。

{INCLUDEPICTURE"15WL1-38+.TIF"}

图实-1-1

实验步骤如下：

A. 安装好实验器材；

B. 让小车拖着纸带运动，打点计时器在纸带上打下一系列小点，重复几次，选出一条点迹比较清晰的纸带，从便于测量的点开始，每五个点取一个计数点，如图乙中 a 、 b 、 c 、 d 等点；

C. 测出 x_1 、 x_2 、 x_3 、 \dots 。

结合上述实验步骤，请你继续完成下列任务：

(1)实验中，除打点计时器(含纸带、复写纸)、小车、一端附有滑轮的长木板、细绳、钩码、导线及开关外，在下列的仪器和器材中，必须使用的有_____。(填选项代号)

- A. 电压合适的 50 Hz 交流电源
- B. 电压可调的直流电源
- C. 秒表
- D. 刻度尺
- E. 天平
- F. 重锤
- G. 弹簧秤
- H. 滑动变阻器

(2)如果小车做匀加速运动，所得纸带如图乙所示，则 x_1 、 x_2 、 x_3 的关系是_____，已知打点计时器打点的时间间隔是 t ，则打 c 点时小车的速度大小是_____。

(3)如果小车做匀加速直线运动，测出前六段相等时间内的位移分别为 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、

x_5 、 x_6 ，已知打点计时器打点的时间间隔是 t ，则小车的加速度 a 的表达式为：

当堂练习

1. “研究匀变速直线运动”的实验中，使用电磁打点计时器(所用交流电的频率为 50 Hz)，得到如图实-1-2 所示的纸带。图中的点为计数点，相邻两计数点间还有四个点未画出来，下列表述正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL1-39.TIF"}

图实-1-2

- A. 实验时应先放开纸带再接通电源
- B. $(x_6 - x_1)$ 等于 $(x_2 - x_1)$ 的 6 倍
- C. 从纸带可求出计数点 B 对应的速率
- D. 相邻两个计数点间的时间间隔为 0.02 s

2. 某同学利用打点计时器测量小车做匀变速直线运动的加速度。

(1)电磁打点计时器是一种使用_____ (选填“交流”或“直流”)电源的计时仪器，它的工作电压是 4~6 V，当电源的频率为 50 Hz 时，它每隔_____ s 打一次点。

(2)使用打点计时器时，接通电源与让纸带随小车开始运动这两个操作过程的操作顺序应该是()

- A. 先接通电源，后释放纸带
- B. 先释放纸带，后接通电源
- C. 释放纸带的同时接通电源
- D. 哪个先，哪个后都可以

(3)实验中该同学从打出的若干纸带中选取一条纸带，如图实-1-3 所示，纸带上按时间顺序取 A、B、C、D 四个计数点，每两个点之间还有四个点未画出，用尺子测得相邻各点间的距离为 $x_1 = 3.62$ cm， $x_2 = 4.75$ cm， $x_3 = 5.88$ cm。

根据纸带数据可以判断小车在做匀加速直线运动，理由是

(请用文字描述)：在计数点 C 所代表的时刻，纸带运动的瞬时速度是_____ m/s，小车的加速度是_____ m/s²(以上两空小数点后保留两位数字)。

{INCLUDEPICTURE"15WL1-40.TIF"}

图实-1-3

考点二 数据处理与误差分析

[典例 2] 如图实-1-4 所示，是某同学由打点计时器得到的表示小车运动过程的一条清晰纸带，纸带上两相邻计数点间还有四个点没有画出，打点计时器打点的频率 $f = 50$ Hz，其中 $x_1 = 7.05$ cm、 $x_2 = 7.68$ cm、 $x_3 = 8.33$ cm、 $x_4 = 8.95$ cm、 $x_5 = 9.61$ cm、 $x_6 = 10.26$ cm。

{INCLUDEPICTURE"15WL1-41.TIF"}

图实-1-4

(1)下表列出了打点计时器打下 B 、 C 、 F 时小车的瞬时速度，请在表中填入打点计时器打下 D 、 E 两点时小车的瞬时速度。(保留三位有效数字)

位置	B	C	D	E	F
速度($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0.737	0.801			0.994

(2)以 A 点为计时起点，在坐标图实-1-5 中画出小车的速度—时间图线。

{INCLUDEPICTURE"15WL1-42.TIF"}

图实-1-5

(3)根据你画出的小车的速度—时间图线计算出小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}^2$ 。(保留两位有效数字)

(4)如果当时电网中交变电流的频率是 $f = 49 \text{ Hz}$ ，而做实验的同学并不知道，由此引起的系统误差将使加速度的测量值比实际值偏 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(选填“大”或“小”)

当堂练习

3. (2015·广东十校联考)如图实-1-6(甲)所示为用打点计时器记录小车运动情况的装置，开始时小车在水平玻璃板上匀速运动，后来在薄布面上做匀减速运动，所打出的纸带如图(乙)所示(附有刻度尺)，纸带上相邻两点对应的时间间隔为 0.02 s 。

{INCLUDEPICTURE"15WL1-44.TIF"}

图实-1-6

从纸带上记录的点迹情况可知， A 、 E 两点迹之间的距离为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$ ，小车在玻璃上做匀速运动的速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ 。小车在布面上运动的加速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ 。(小数点后面保留 2 位数字)

4. 在“探究小车速度随时间变化的规律”的实验中，如图实-1-7 所示是一条记录小车运动情况的纸带，图中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 为相邻的计数点，每相邻的两个计数点之间还有 4 个点没有画出，交流电的频率为 50 Hz 。

{INCLUDEPICTURE"15WL1-60.TIF"}

图实-1-7

(1)在打点计时器打 B 、 C 、 D 点时，小车的速度分别为 $v_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ ； $v_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ ； $v_D = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ 。

(2)在如图实-1-8 所示的坐标系中画出小车的 $v-t$ 图像。

{INCLUDEPICTURE"15WL1-45.TIF"}

图实-1-8

(3)将图线延长与纵轴相交，交点的速度是 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，此速度的物理含义是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

考点三 实验的改进与创新

[典例 3] 利用如图实-1-9 所示的装置可测量滑块在斜面上运动的加速度。一斜面上安装有两个光电门，其中光电门乙固定在斜面上靠近底端处，光电门甲的位置可移动。当一带有遮光片的滑块自斜面上滑下时，与两个光电门都相连的计时器可以显示出遮光片从光电门甲至乙所用的时间 t 。改变光电门甲的位置进行多次测量，每次都使滑块从同一点由静止开始下滑，并用米尺测量甲、乙之间的距离 s ，记下相应的 t 值；所得数据如下表所示。

{INCLUDEPICTURE"15WL1-47.TIF"}

图实-1-9

s/m	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	0.950
t/ms	292.9	371.5	452.3	552.8	673.8	776.4
$\{eq \backslash f(s,t)\}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	1.71	1.62	1.55	1.45	1.34	1.22

完成下列填空和作图：

(1)若滑块所受摩擦力为一常量，滑块加速度的大小 a 、滑块经过光电门乙时的瞬时速度 v_1 、测量值 s 和 t 四个物理量之间所满足的关系式是_____；

(2)根据表中给出的数据，在图实-1-10 给出的坐标纸上画出 $\{eq \backslash f(s,t)\}$ - t 图线：

{INCLUDEPICTURE"15WL1-48.TIF"}

图实-1-10

(3)由所画出的 $\{eq \backslash f(s,t)\}$ - t 图线，得出滑块加速度的大小为 $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}^2$ 。(保留 2 位有效数字)

当堂练习

5. 一个同学在研究小球自由落体运动时，用频闪照相连续记录下小球的位置如图实-1-11 所示。已知闪光周期为 $\{eq \backslash f(1,30)\}$ s，测得 $x_1 = 7.68 \text{ cm}$ ， $x_3 = 12.00 \text{ cm}$ ，用上述数据通过计算可得小球运动的加速度约为_____ m/s^2 ，图中 x_2 约为_____ cm 。(结果保留 3 位有效数字)

{INCLUDEPICTURE"15WL1-50.TIF"}

图实-1-11

6. 如图实-1-12 所示的实验装置可以用来测量重力加速度 g ，方法是让“工”字形金属片自由下落通过光电门。“工”字形中间立柱长为 h ，上下两块挡光片 A 、 B 足够窄，宽度均为 D ，挡光时间由跟光电门相连的数字计时器记录下来。若下挡光片 B 通过光电门时时间为 Δt_1 ，上挡光片 A 通过光电门时时间为 Δt_2 。则“工”字形金属片进入光电门时的速度 $v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ，离开光电门时的速度 $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ，自由落体运动的加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

{INCLUDEPICTURE"15wl1-69.TIF"}

7. 在暗室中用如图实-1-13 所示装置做“测定重力加速度”的实验。实验器材有：支架、漏斗、橡皮管、尖嘴玻璃管、螺丝夹子、接水铝盒、一根荧光刻度的米尺、频闪仪。具体实验步骤如下：

{INCLUDEPICTURE"15WL1-53.TIF"}

图实-1-13

①在漏斗内盛满清水，旋松螺丝夹子，水滴会以一定的频率一滴滴地落下。

②用频闪仪发出的白闪光将水滴流照亮，由大到小逐渐调节频闪仪的频率直到第一次看到一串仿佛固定不动的水滴。

③用竖直放置的米尺测得各个水滴所对应的刻度。

④采集数据进行处理。

(1)实验中看到空间有一串仿佛固定不动的水滴时，频闪仪的闪光频率满足的条件是

_____。

(2)实验中观察到水滴“固定不动”时的闪光频率为 30 Hz，某同学读出其中比较远的水滴到第一个水滴的距离如图实-1-14 所示，根据数据测得当地重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ ；第 8 个水滴此时的速度 $v_8 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ 。(结果都保留三位有效数字)

{INCLUDEPICTURE"15WL1-54.TIF"}

图实-1-14

(3)该实验存在的系统误差可能有(答出一条即可)：

_____。