

普通高中课程标准实验教科书

山东科技版（必修1）

物理实验册

● 罗翀 吴金泉 编



福建教育出版社

普通高中课程标准实验教科书（山东科技版）

物理实验册

必修 1

罗 种 吴金泉 编

福建教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物理实验册：山东科技版：必修. 1/罗翀编. —福州：
福建教育出版社，2009.7 (2010.8 重印)
ISBN 978-7-5334-5229-2

I. 物… II. 罗… 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 (2009) 第 131578 号

普通高中课程标准实验教科书 (山东科技版)

物理实验册

必修 1

罗 翀 吴金泉 编

*

福建教育出版社出版

(福州梦山路 27 号 邮编：350001)

电话：0591—83786913 83733693

传真：83726980 网址：www.fep.com.cn)

福建省新华书店发行

福州三才印刷有限公司印刷

(福州市仓山科技园叶下工业小区 116 号 邮编：350001)

*

787 毫米×1092 毫米 16 开本 3.75 印张 80 千字

2009 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 2 次印刷

ISBN 978-7-5334-5229-2 定价：7.00 元

如发现本书印装质量问题，影响阅读，
请向本社市场营销部 (电话：0591—83726019) 调换。

编写说明

物理实验是人类认识世界的一种重要活动，是进行科学研究的基础，因此改进和加强物理实验教学是物理教学改革的永恒课题之一，是提高学生科学素养、培养学生创新精神和实践能力的重要环节。基于以上思考和当前实验教学的现状，我们根据国家教育部 2003 年制订的《普通高中物理课程标准（实验稿）》和山东科学技术出版社出版的《物理》（必修 1）教科书，编写了本书，并结合师生教与学的实际要求，每一个实验均设有“基础知识链接”、“实验课题的提出”、“实验探究报告”、“评估与交流”、“实践与创新”等栏目。

“基础知识链接”主要是对与实验相关的物理知识进行巩固或提示，以及对一些相关实验器材的结构和使用方法的认识。

“实验课题的提出”旨在帮助学生做好实验前的准备，引导学生对提高实验准确性的认识，提出实验中有可能造成的危险，以确保实验安全。

“实验探究报告”包括课题、猜想、设计和进行实验（含器材等）、结论等内容。

“评估与交流”是要求学生将实验过程中自己的见解公开并与他人交流，培养主动与他人合作的精神，敢于提出与他人不同的见解，勇于放弃或修正自己的错误观点。

“实践与创新”是实验的延伸，旨在引导学生进一步思考做过的实验，提高实验效果；同时引导学生进一步动手，在课外开展些力所能及的实践活动。

本书由罗翀和吴金泉编写，由罗翀负责统稿。

福建教育出版社

2010 年 7 月

MULU 目 录

实验一	用打点计时器测速度	(1)
实验二	研究匀变速直线运动	(8)
实验三	探究弹簧伸长量和弹力的关系	(17)
实验四	探究滑动摩擦力大小与物体间压力的关系	(23)
实验五	探究物体与接触面之间的最大静摩擦力	(30)
实验六	验证力的平行四边形定则	(36)
实验七	探究加速度与力、质量的关系	(42)
部分参考答案		(52)

实验一 用打点计时器测速度

基础知识链接

1. 速度 v : 是用于表示质点位置变化快慢的物理量, 即表示质点_____的物理量, 是矢量; 用单位时间内质点的_____来衡量, 速度方向与位移方向_____。计算公式是 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 。

2. 匀速直线运动中, 任意相等时间内的位移_____, 位移与时间的比值不会随时间选择的不同而发生变化, 即速度不变。

变速直线运动中, 任意相等时间内的位移_____, 质点的运动快慢在变化, 即速度随时间或位置在变化。

3. 平均速度是_____描述质点的运动快慢, 用运动物体的位移与所用时间的比值, 用公式表示为 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 。变速直线运动中, 不同时间内或不同位移内的平均速度一般_____。瞬时速度是_____描述质点的运动快慢, 也就是质点在某时刻或经过某位置的速度, 瞬时速度的大小就叫_____。

4. 如果平均速度的时间(或位移)取足够_____, 那么这段时间内的平均速度就_____该时刻的瞬时速度。

对于匀速直线运动, 它的平均速度与瞬时速度_____。

实验课题的提出

当小车做变速直线运动时, 利用什么实验手段可以研究它的运动情况呢?

可采用的实验手段较多, 如频闪摄影、打点计时等, 其中利用打点计时操作简便, 实验数据便于分析。

实验探究报告

[课题] 用打点计时器测速度

实验合作者：_____ 时间：_____年____月____日 天气_____

[猜想]

如图 1-1 所示，打在纸带上的点，记录了纸带的运动时间。如果把纸带和运动的物体连接在一起，纸带上的点就相应地表示出运动物体在不同时刻的位置。研究纸带上的点与点之间的间隔，就可以了解运动物体在不同时间内发生的位移，从而了解物体的运动情况，并可以从纸带上求出打某点时物体的对应运动速度。

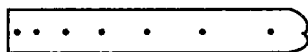


图 1-1

[制订探究计划]

用某段时间内的平均速度粗略代表这段时间内某点的瞬时速度。所取的时间间隔越短，这种描述方法越准确。

例：如图 1-2 所示，测量出包括 E 点在内的 D 、 F 两点间的位移 Δx 和所花的时间 Δt ，算出纸带在这两点间的平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ，用这个平均速度代表纸带经过 E 点时的瞬时速度。

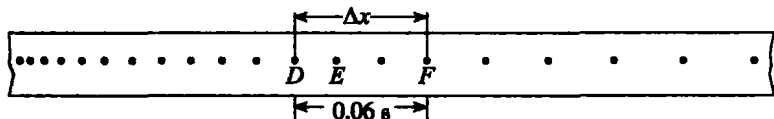


图 1-2

$\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可以大致表示纸带在 E 点的瞬时速度， D 、 F 两点离 E 点越近，算出的平均速度越接近 E 点的瞬时速度。然而 D 、 F 两点距离过小，则测量误差增大，应该根据实际情况选取这两个点。

[实验器材]

根据所制订的探究计划，实验所需要的器材有：打点计时器，纸带，复写纸，低压电源，刻度尺，导线。

[实验探究步骤]

1. 熟悉打点计时器的构造。通常有两种：电磁打点计时器和电火花打点计时器，分别如图 1-3、图 1-4 所示。

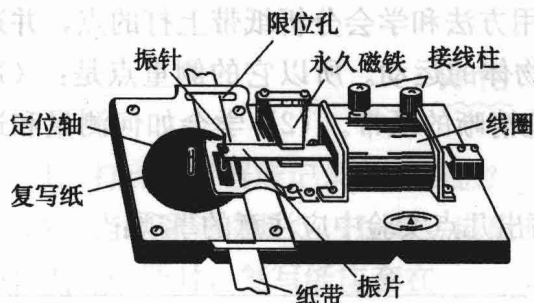


图 1-3 电磁打点计时器



图 1-4 电火花打点计时器

2. 计时器安装。把打点计时器固定在桌子上（或长木板没有滑轮的一端），纸带穿过限位孔，把复写纸套在定位轴上，并且压在纸带上。

3. 计时器接线。电磁打点计时器接到低压交流电源上（工作电压 4~6 V）；电火花打点计时器直接接到照明电路电源上（工作电压 220 V）。

4. 打点。打开电源开关，用手水平地牵拉纸带，纸带上被打上许多小点。

5. 选点及测时间。取下纸带，从能看得清的点数起，看纸带上共有多少点。如果有 N 点，则这些点记录的总时间 $t=0.02 \times (N-1)$ s。

6. 测量距离。从纸带上找出连续 6 个点，分别标上记号 O, A, B, C, D, E 。用刻度尺测量相邻的两个点之间的距离 s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 ，如图 1-5 所示，并填入表格中。

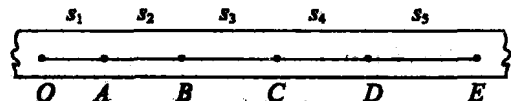


图 1-5

7. 计算纸带全程的平均速度。用刻度尺测量出从开始计时的点至最后一点间的距离 s ，利用公式 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 可计算纸带全程的平均速度。

8. 计算纸带经过某点的瞬时速度。利用 [制订探究计划] 中所述方法： $v = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 粗测表示纸带上记号为“ A ”点的瞬时速度（注意所取的时间间隔越短，这种描述方法越准确）。用同样方法再算出记号为“ B ”，“ C ”，“ D ”点对应的瞬时速度。

[实验注意事项]

1. 电磁打点计时器必须接在电压为 4~6 V、频率为 50 Hz 的交流电源上，电火花打点计时器必须接在电压为 220 V、频率为 50 Hz 的交流电源上，它们的打点间隔时间均为 0.02 s。

2. 使用打点计时器应先接通电源，待打点计时器稳定后再用手拉纸带。

3. 手拉纸带时，速度应快一些，以防点迹太密集。

4. 实验主要是学习打点计时器的使用方法和学会分析纸带上打的点, 并通过测量点与点间的时间间隔和距离分析物体的运动。所以它的侧重点是: (1) 学会如何选取纸带: 选取一条某一段点迹清晰的纸带。(2) 学会如何测量和通过测量的数据分析物体的运动。

请根据你在实验探究中的体会, 再写出几点实验中应注意的事项:

[实验数据的收集和记录]

1. 设计表格, 记录数据:

纸带					
分段	O~A	A~B	B~C	C~D	D~E
时段 t/s	0.00~0.02	0.02~0.04	0.04~0.06	0.06~0.08	0.08~0.10
各段位移 s/m					

求: (1) 纸带全程的平均速度 $\bar{v} =$ _____ m/s。

(2) 纸带分别经过 A、B、C、D 点时的瞬时速度:

$v_A =$ _____ m/s; $v_B =$ _____ m/s; $v_C =$ _____ m/s; $v_D =$ _____ m/s。

2. 实验操作中出现问题记录与解决方法:

问题: _____

原因及解决方法: _____

[分析与论证]

通过上述的实验数据, 请问各段位移相等吗? 手在这段时间内的运动是什么运动? 如果点分布不均匀, 是点密集的地方运动速度比较大还是点稀疏的地方运动速度比较大?

评估与交流

1. 打点计时器能记录哪些信息? _____ 和 _____。
2. 当电源频率是 50 Hz 时, 电磁打点计时器每隔 _____ s 打一次点。使用打点计时器时, 复写纸应套在 _____ 上, 纸带应穿过 _____, 并要放在复写纸的 _____ 面; 应把 _____ 电源用导线接在 _____ 上; 打点时应先 _____, 再让纸带运动。
3. 一学生在练习使用电磁打点计时器时, 纸带上打出的不是点, 而是一些短线, 这可能是因为 ()。
 - A. 打点计时器错接在直流电源上
 - B. 电源电压不稳定
 - C. 电源的频率不稳定
 - D. 振针压得过紧
4. 从原理上考虑, 电火花打点计时器跟电磁打点计时器相比, 哪个更好些? 哪个误差可能会更小?
5. 电磁打点计时器振针打的点不清晰或打不出点可能是哪些原因? 怎样调整?

1. 在练习使用打点计时器时，手拖动纸带并在上面打下了一系列的小点。根据你所打出点的纸带，在判断纸带表示的运动是匀速直线运动还是变速直线运动时（ ）。

- A. 应通过测量纸带所表示的运动的全程来判断
- B. 必须通过计算任意两点间的平均速度来判断
- C. 必须通过计算全程的平均速度来判断
- D. 可以通过测量每相邻两点间的距离，看其是否都相等来判断

2. 打在纸带上的点，记录了纸带的运动时间。如果把纸带和运动的物体连接在一起，纸带上的点就相应地表示出运动物体在不同时刻的位置。研究纸带上的点与点之间的距离，就可以了解运动物体在不同时间内发生的位移，从而了解物体的运动情况。用简短的语言描述图 1-6 所示的每条纸带所记录的物体的运动情况。

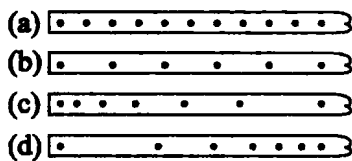


图 1-6

3. 如图 1-7 所示，打点计时器所用电源的频率为 50 Hz，某次实验中得到一条纸带，用毫米刻度尺测出各点间的距离为： $AC=14.0\text{ mm}$ ， $AD=25.0\text{ mm}$ 。那么由此可以算出纸带在 AC 段的平均速度为 _____ m/s，纸带在 AD 段的平均速度为 _____ m/s；B 点的瞬时速度更接近 _____ m/s。

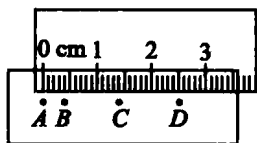
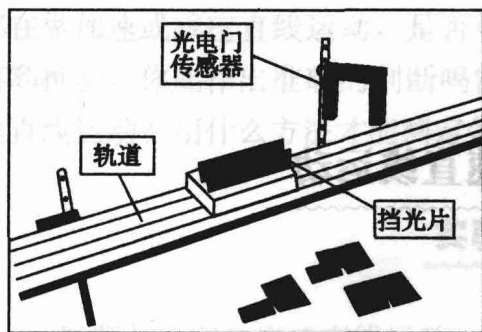


图 1-7

4. 小明同学设计了一个测物体瞬时速度的实验，其装置如图 1-8 所示。在小车上固定挡光片，使挡光片的前端与车头齐平、将光电门传感器固定在轨道侧面，垫高轨道的一端。小明同学将小车从该端同一位置由静止释放，获得了如下几组实验数据。



实验次数	不同的挡光片	通过光电门的时间/s	速度 / $(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
1	I	0.23044	0.347
2	II	0.17464	0.344
3	III	0.11662	0.343
4	IV	0.05850	0.342

图 1-8

则以下表述正确的是 ()。

①四个挡光片中，挡光片 I 的宽度最小；②四个挡光片中，挡光片 IV 的宽度最小；③四次实验中，第一次实验测得的速度最接近小车车头到达光电门时的瞬时速度；④四次实验中，第四次实验测得的速度最接近小车车头到达光电门时的瞬时速度。

- A. ①③ B. ②③ C. ①④ D. ②④

5. 一物体做直线运动的图象如图 1-9 所示，则该物体 ()。

- A. 先做加速运动，后做减速运动，速度方向相同
 B. 先做加速运动，后做减速运动，速度方向相反
 C. 先做减速运动，后做加速运动，速度方向相同
 D. 先做减速运动，后做加速运动，速度方向相反

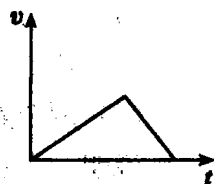


图 1-9

6. 用一套废弃的医院输液用的吊瓶（含输液管）可以测出你的步行速度。

- (1) 请问还需要哪些器材? _____
 (2) 需直接测量哪些数据? _____
 (3) 写出你的实验设计，实际试一试。注意消毒。

实验二 研究匀变速直线运动

基础知识链接

匀变速直线运动：

1. 定义：_____。
2. 特征：速度的大小随时间_____，加速度的大小和方向_____。
3. 匀变速直线运动的基本规律：设物体的初速度为 v_0 ， t 秒末的速度为 v_t ，经过的位移为 s 、加速度为 a ，则

(1) 两个基本公式：_____；_____。

(2) 两个重要推论：_____；_____。

说明：上述四个公式中共涉及 v_0 、 v_t 、 s 、 t 、 a 五个物理量，任一个公式都是由其中四个物理量组成，所以，只需知道任意三个物理量即可求剩余两个物理量。要善于灵活选择公式。

4. 匀变速直线运动中三个常用的结论：

(1) 匀变速直线运动的物体在连续相邻相等时间内的位移之差相等。有 $\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = s_4 - s_3 = \dots = aT^2$ ，可以推广到 $s_m - s_n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 物体在某段时间的中间时刻的瞬时速度等于该段时间内的平均速度。即 $v_{\frac{t}{2}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 某段位移的中间位置的瞬时速度公式： $v_{\frac{s}{2}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。可以证明，无论匀加速直线运动还是匀减速直线运动均有 $v_{\frac{s}{2}} \underline{\hspace{1cm}}$ (填“>”、“=”或“<”) $v_{\frac{t}{2}}$ 。

实验课题的提出

火车出站、进站，飞机起飞、降落，“神舟”系列飞船发射、回收……它们

都在做加速或减速直线运动，是否可能做匀加速或匀减速直线运动呢？仅凭观察和推测，你能作出准确的判断吗？用什么方法才能正确判断物体是否做匀变速直线运动？用什么方法才能测定匀变速直线运动加速度的大小？

实验探究报告

[课题] 研究匀变速直线运动

实验合作者：_____ 时间：_____年____月____日 天气_____

[猜想]

1. 只要测出_____，就能比较准确地判断出物体是否做匀变速直线运动。

2. 要测定匀变速直线运动加速度 a 的大小，你觉得有几种测量方法？各该怎么测？

[制订探究计划]

1. 接通电源后，打点计时器每隔 0.02 s 打一个点，当纸带在小车的带动下运动时，振针的上下振动就会通过复写纸在纸带上留下一行小点（称为计时点）。相邻的计时点间的时间间隔为 0.02 s，相邻的两点间的距离可用刻度尺测量。利用这些时间和位移的信息就可以对小车的运动进行探究。

2. 利用中间时刻的瞬时速度近似等于这段时间的平均速度可求小车在某一点的速度。

3. 根据纸带上求出的各点对应的瞬时速度算出相邻段的加速度值，判断小车是否做匀变速直线运动。

4. 若小车做匀变速直线运动，则还可以利用逐差法、速度图象等求小车的加速度。

[实验器材]

根据所制订的探究计划，实验所需要的器材有：打点计时器，纸带，复写纸，低压电源，小车，细绳，一端附有滑轮的长木板，刻度尺，钩码，导线。

[实验探究步骤]

1. 计时器的安装。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木板上没有滑轮的一端，连接好电路。如图 2-1 所示。

2. 钩码及纸带的安装。如图 2-1 所示, 把一条细绳拴在小车上, 细绳跨过滑轮, 下边挂上合适的钩码; 把纸带穿过打点计时器, 并把它的一端固定在小车的后面。

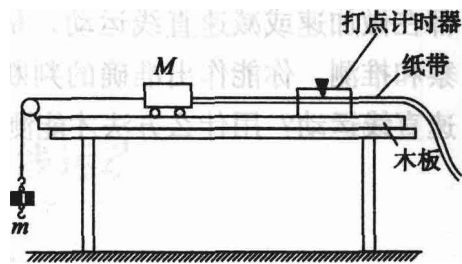


图 2-1

3. 打点。把小车停在靠近打点计时器处, 接通电源后, 放开小车, 让小车运动, 打点计时器就在纸带上打下一系列的点。换上新纸带, 重复实验三次。

4. 选纸带和标计数点。从三条纸带中选择一条比较理想的使用。舍掉开头比较密集的点, 在后边便于测量的地方找一个开始点, 并注上“O”, 然后每 5 个点作为一个计数点, 标明 A, B, C, …, F, 如图 2-2 所示。

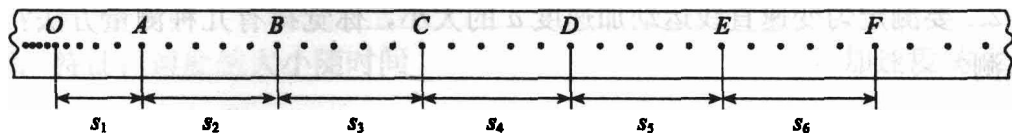


图 2-2

5. 测位移。在你所选的纸带上测出相邻计数点间的六段位移的长度 (OA 为第 1 段、AB 为第 2 段……EF 为第 6 段), 并记录在表 1 中。

6. 求加速度。利用各段的平均速度求加速度, 填入表 2 中。

[实验注意事项]

1. 实验前要检查打点计时器打点的稳定性和清晰程度, 必要时要进行调节或更换器材。

2. 使用打点计时器应先接通电源, 待打点计时器稳定后再释放纸带。

3. 本实验主要是探究性实验, 在继续学习打点计时器使用方法的同时, 用它研究小车是否做匀变速直线运动。实验中要求:

(1) 如何选择纸带: 在三条中选取一条某一段点迹清晰的纸带;

(2) 如何选择计数点: 实验中选择每隔 5 点作为一个计数点, 这样可以减小长度测量造成的误差;

(3) 如何计算加速度: 利用中间时刻的瞬时速度近似等于这段时间的平均速度来求小车在某一点的速度, 再用加速度的定义式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 求得加速度。

4. 数据的测量和处理。

(1) 测量纸带上的位移有两种常用方式: 第一种是分段分别测出相邻计数点间的距离; 第二种是通过各计数点在刻度尺上对应的刻度值测出各点距第一

个计数点间的距离；请同学们判断哪种测量方式更好？_____

(2) 时间间隔（计数周期）与选计数点的方式有关（频率 50 Hz，打点周期 0.02 s，常以打点的 5 个间隔作为一个计时单位）。题目常写成：每 5 个点取一个计数点或每相邻两个计数点间还有 4 个点未画出。

(3) 注意打点计时器打的计时点和人为选取的计数点的区别。

请根据你在实验探究中的体会，再写出几点实验中应注意的事项：

[实验数据的收集和记录]

1. 设计表格，记录数据：

表 1

分段	第 1 段	第 2 段	第 3 段	第 4 段	第 5 段	第 6 段
时段 t/s	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	0.5~0.6
各段位移 s/m						
各段的平均速度 $\bar{v}(m \cdot s^{-1})$						

表 2

相邻段	第 1~2 段	第 2~3 段	第 3~4 段	第 4~5 段	第 5~6 段
加速度 $a/(m \cdot s^{-2})$					

2. 实验操作中出现问题时的记录与解决方法：

问题：_____

原因及解决方法：_____

[分析与论证]

1. (1) 在图 2-2 中，我们可以认为 OA, AB, BC, ... 段的平均速度近似等于这些段所对应时间的中间时刻的瞬时速度，即： $\bar{v}_1 = v_1'$, $\bar{v}_2 = v_2'$, $\bar{v}_3 = v_3'$ 。

由 v_1' 到 v_2' ，由 v_2' 到 v_3' ，由 v_3' 到 v_4' ，... 所需的时间均为 t ，故图 2-2 中的纸带上相邻段的加速度 $a_1 = \frac{v_2' - v_1'}{t}$, $a_2 = \frac{v_3' - v_2'}{t}$, $a_3 = \frac{v_4' - v_3'}{t}$, ...

综上所述，可得 $a_1 = \frac{\bar{v}_2 - \bar{v}_1}{t}$, $a_2 = \frac{\bar{v}_3 - \bar{v}_2}{t}$, ..., $a_5 = \frac{\bar{v}_6 - \bar{v}_5}{t}$ ；在误差范围内，若 $a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = a_5$ ，则认为小车做匀变速直线运动，小车运动的平均加速度为 $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5}$ 。

(2) 根据纸带上的信息, 实际计算加速度 a_1, a_2, \dots, a_5 时, 我们常常不通过各段的平均速度 $\overline{v}_1; \overline{v}_2, \dots, \overline{v}_6$ 来求, 而是直接由图 2-2 中的 s_1, s_2, \dots, s_6 计算。

$$\text{因为 } \overline{v}_1 = \frac{s_1}{t}, \overline{v}_2 = \frac{s_2}{t}, \dots, \overline{v}_6 = \frac{s_6}{t}$$

$$\text{故 } a_1 = \frac{v_2' - v_1'}{t} = \frac{\overline{v}_2 - \overline{v}_1}{t} = \frac{\frac{s_2}{t} - \frac{s_1}{t}}{t} = \frac{s_2 - s_1}{t^2}$$

$$\text{同理: } a_2 = \frac{s_3 - s_2}{t^2}, a_3 = \frac{s_4 - s_3}{t^2}, \dots, a_5 = \frac{s_6 - s_5}{t^2}$$

(3) 若 $a_1 = a_2 = \dots = a_5$, 则说明小车做匀变速直线运动, 即 $\frac{s_2 - s_1}{t^2} = \frac{s_3 - s_2}{t^2} = \dots = \frac{s_6 - s_5}{t^2}$, 也即当 $s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = s_6 - s_5$ 时, 就可认为小车做匀变速直线运动。

小车做匀变速直线运动的必要条件: 小车在各个连续相等时间 t 内的位移差都相等, 即 $s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = s_6 - s_5 (=at^2)$ 。

根据上述理论分析, 结合本实验采集到的实验数据, 可以初步得到的结论是: 小车_____ (填“是”或“不是”) 做匀变速直线运动; 若是, 小车做匀变速直线运动的加速度 $a =$ _____ m/s^2 。

2. 若已知小车是做匀变速直线运动, 则利用纸带求小车的加速度的常用方法有:

(1) 利用“逐差法”求 a : 如图 2-2 所示, 为了各个数据都得到充分的利用以减少实验的偶然误差, 以六组数据为例, 计算时, 取连续相等的时间 T 里的六段位移 s_1, s_2, \dots, s_6 , 并按 $a_1 = \frac{s_4 - s_1}{3T^2}, a_2 = \frac{s_5 - s_2}{3T^2}, a_3 = \frac{s_6 - s_3}{3T^2}$ (其中 $T = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.10 \text{ s}$) 分别求三个交叉段的加速度, 然后求平均加速度 $a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$, 即 $a = \frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{9T^2}$ 。

(2) 利用 $v-t$ 图象求 a : 如图 2-2 所示, 求出 A, B, C, D, E, F 各点的瞬时速度, 如 $v_C = \frac{s_3 + s_4}{2T}$ 。如图 2-3 所示, 画出 $v-t$ 图线, 图线的斜率就是加速度 a , 也可将纸带按相等的时间段 T 剪裁后粘贴在 $s-t$ 图象中进行处理。

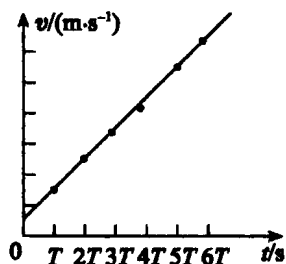


图 2-3