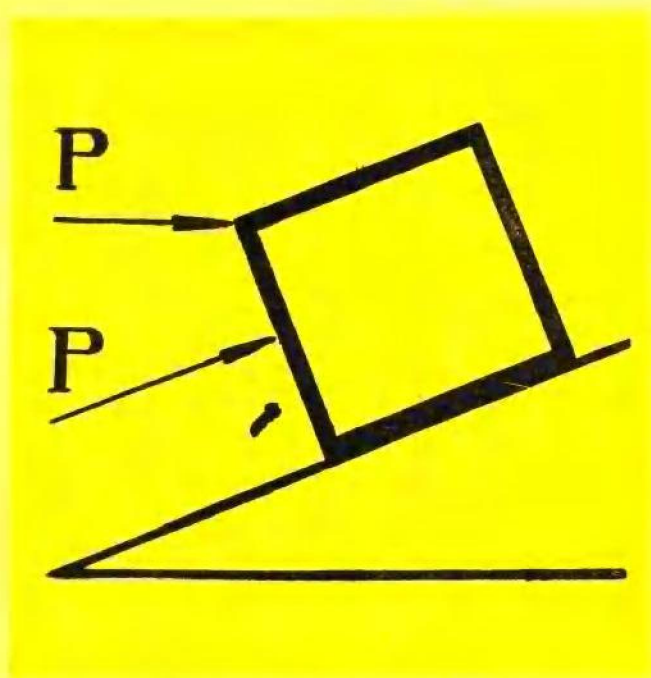


中学物理实验

孙荣祖 张国华 安 忠 关志民 编译
邢远振 韩长明 刘北辛



吉林人民出版社

中学物理实验

孙荣祖 张国华 安 忠 关志民
邢远振 韩长明 刘北辛 编译

吉林人民出版社

中学物理实验

孙荣祖 张国华 安 忠 关志民
邢远振 韩长明 刘北辛 编译

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行
长春市印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本 14印张 337,000字

1983年6月第1版 1983年6月第1次印刷

印数：1—16,960册

统一书号：7091·1472 定价：1.15元

编译者的话

物理学是一门以实验为基础的自然科学。物理实验不仅是物理科学建立和发展的基础，也是从事物理教学和学习物理学的基础。

我们从当前我国中学物理实验教学的实际出发，根据我国现行中学物理教学大纲的精神，从日本国讲谈社出版的《物理实验ハンドブック》(Teacher's Guide to Physics Experiments)一书中，整理和选编了七十个实验题目，编译了这本《中学物理实验》。

本书叙述的实验目的明确，方法具体、简捷。书中配置的立体实验装置图、按实验顺序编排的分解说明图和实验现场摄影图片，使内容更加生动、直观。实验思考部分用以提高实验者分析问题和解决问题的能力。

书中的实验题目大部分是围绕中学物理教学中的重点内容设置的，它将帮助读者深入理解物理概念和规律；学到某些重要物理量的测量方法和技能；养成良好的实验习惯。本书适合高中在校学生和具有高中文化程度的社会青年阅读，也可做为中学物理教师、师范院校物理系学生的参考书。

本书力学部分由安忠、韩长明编译；电学部分由张国华、关志民编译；热学、光学和原子物理部分由邢远振、刘北辛编译。孙荣祖同志主持了全书的编译工作。

由于我们水平不高，可能有不当之处，欢迎批评指正。

1982年7月1日 于长春

目 录

1 力 学

1. 步行实验	2
2. 台车沿斜面的下落运动	4
3. 惯性实验 (I)	7
4. 惯性实验 (II)	9
5. 运动第二定律 (I)	12
6. 运动第二定律 (II)	15
7. 作用与反作用	17
8. 测定摩擦力和摩擦系数	19
9. 自由落体运动	22
10. 重力加速度 g 的测定	25
11. 水平抛射和自由下落	28
12. 猎猴实验	30
13. 带弹簧的小车作圆周运动	34
14. 用重物测定向心力	37
15. 摆球飞出法验证机械能守恒	40
16. 动量守恒定律	43
17. 二维空间的碰撞	46
18. 共点力的平衡	50
19. 作用在刚体上的力的平衡	53
20. 简谐振动和匀速圆周运动	56
21. 弹簧振子的周期	59
22. 用单摆测定重力加速度	62
23. 水波的实验	64
24. 气柱的共鸣	72

2 热 学

25. 气体的热膨胀	76
26. 测定固体的比热	79
27. 状态变化和溶解热	82
28. 测定热功当量	84

29. 绝热变化·····	87
30. 扩散实验·····	89
31. 布朗运动·····	91
32. 气体分子运动的模拟实验·····	94

3 电 磁 学

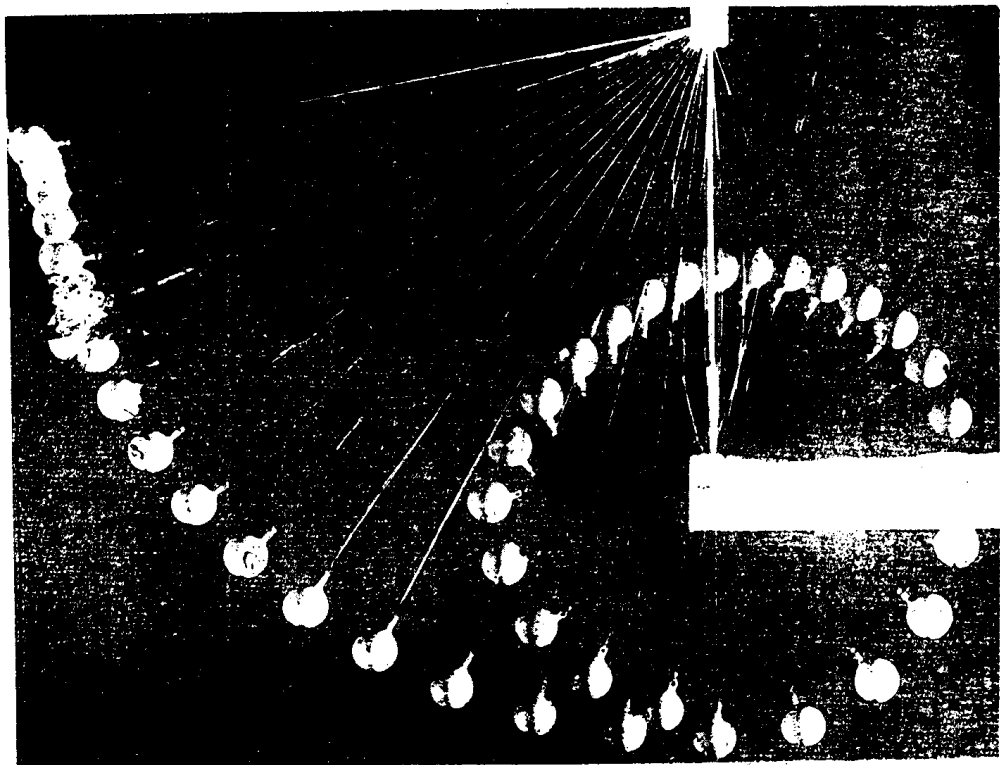
33. 静电力·····	98
34. 金箔验电器的实验·····	101
35. 等电势线·····	105
36. 电容器的原理·····	108
37. 电流的基本实验·····	111
38. 欧姆定律·····	116
39. 用滑线电桥测电阻·····	120
40. 用惠斯登电桥测电阻·····	123
41. 电池的电动势和内电阻·····	126
42. 焦耳热的测量·····	129
43. 磁铁的基本实验·····	132
44. 电流的磁场·····	136
45. 磁场对电流的作用力·····	140
46. 电流之间的相互作用·····	143
47. 电磁感应·····	145
48. 自感实验·····	149
49. 交流与线圈·····	151
50. 交流与电容·····	154
51. 感应电动机·····	157
52. 互感实验·····	160
53. 变压器实验·····	162
54. 阻尼振荡·····	165
55. 晶体二极管的基础实验·····	167
56. 晶体三极管的基础实验·····	170
57. 示波器的使用·····	173

4 光学和原子物理

58. 光的反射和折射·····	179
59. 测量凸透镜和凹透镜焦距·····	182
60. 紫外线的作用·····	185
61. 红外线的性质·····	187

62. 激光的衍射和干涉.....	190
63. 用双缝干涉测定光波波长.....	194
64. 偏振光的实验.....	196
65. 真空放电.....	199
66. 阴极射线的性质.....	201
67. 测定电子的荷质比.....	205
68. 光电效应原理.....	208
69. 测定普朗克恒量.....	210
70. x射线的性质.....	213

1 力 学



1 步行实验

目的

虽然步行时的速度和加速度不是固定不变的，但通过这个实验可以亲身体会速度和加速度的意义及两者的区别，并可掌握分析记录纸带的方法。

准备

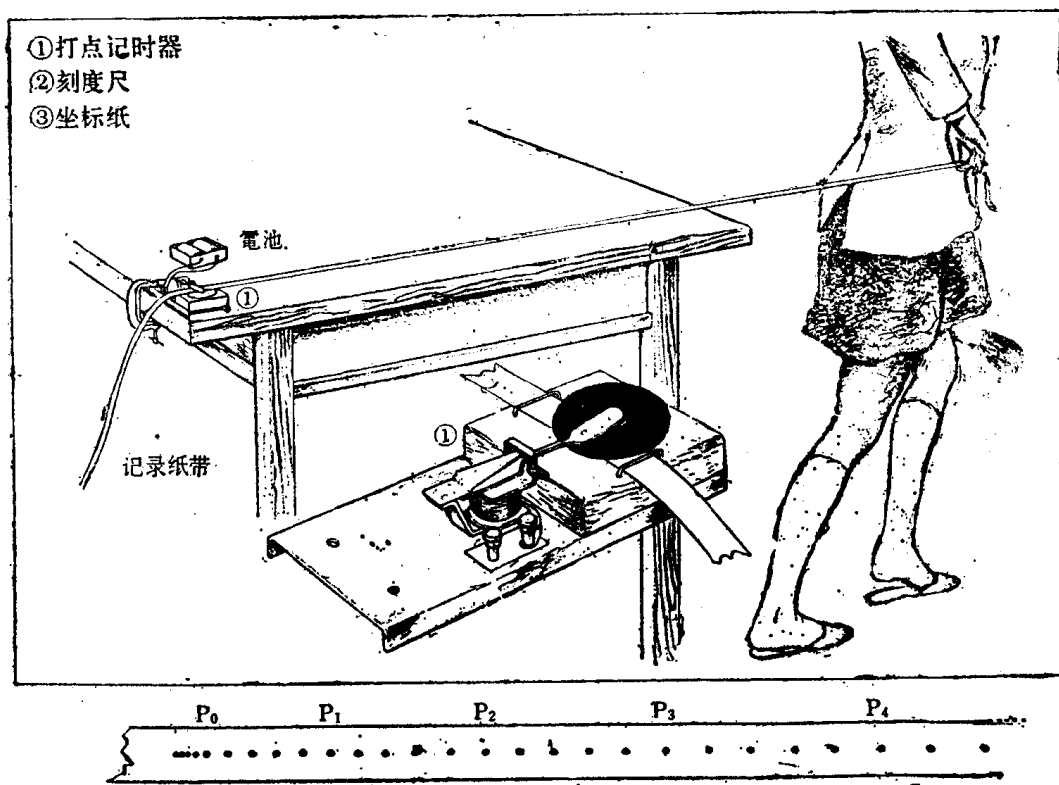


图 1

方法

1. 在桌子的一端固定打点记时器。
2. 把长约1.5m的纸带穿过打点记时器的导向框。
3. 开动打点记时器，拽住纸带的一端一直走。这时，要把拿纸带的手固定在腰部往前走。
4. 用刻度尺测量记录纸带每5打点的长度（也就是一定时间内移动的距离，例如图1的P₀到P₁、P₂、P₃，……的长度），记入表1中（因为纸带开始部分的打点非常

近，而且不清楚，所以不能作为零点，把开始读数点作为零点 P_0 。

5. 求 P_0P_1 间， P_1P_2 间，……的平均速度，记入表1的 v 栏内。把打点记时器5打点的时间作为时间单位（写作〔5打点〕）。因此速度的单位是〔cm/5打点〕。
6. 求打点记时器打5打点时间内的速度变化量，记入表1的 a 栏内。这时加速度的单位是〔cm/(5打点)²〕。
7. 描绘位移和时间图线。
8. 描绘速度和时间的图线。
9. 描绘加速度和时间的图线。

实验例

以图2所示的图线为例。

思考

1. 此步行实验是匀速运动吗？是匀变速运动吗？
不是，是变速运动。
2. “运动的快，加速度就大”、“速度变化的大，加速度一定大。”这种说法对吗？

加速度表示的是速度变化快慢的物理量，运动的快加速度不一定大，速度变化的大加速度也不一定大。因此，上述说法不对。这从图2也可以看出。

	x (cm)	v (cm/5打点)	a (cm/(5打点) ²)
P_0			
P_1			
P_2			
P_3			
P_4			
P_5			
P_6			
P_7			

表1

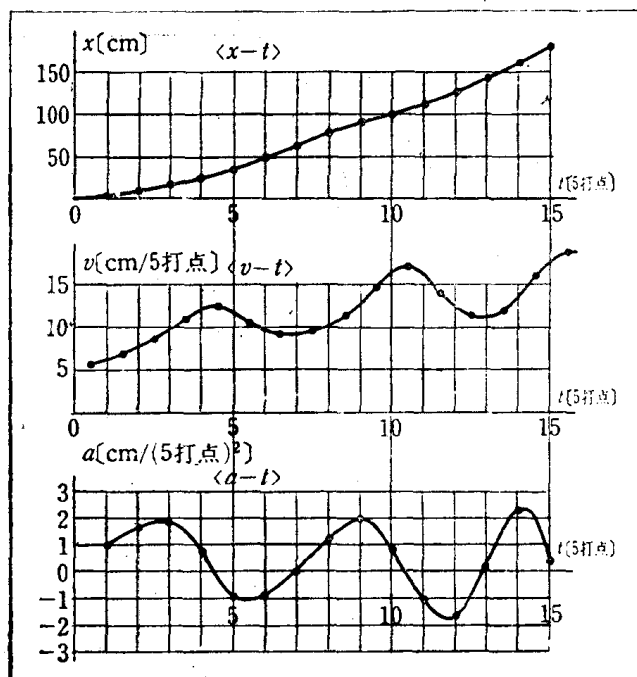


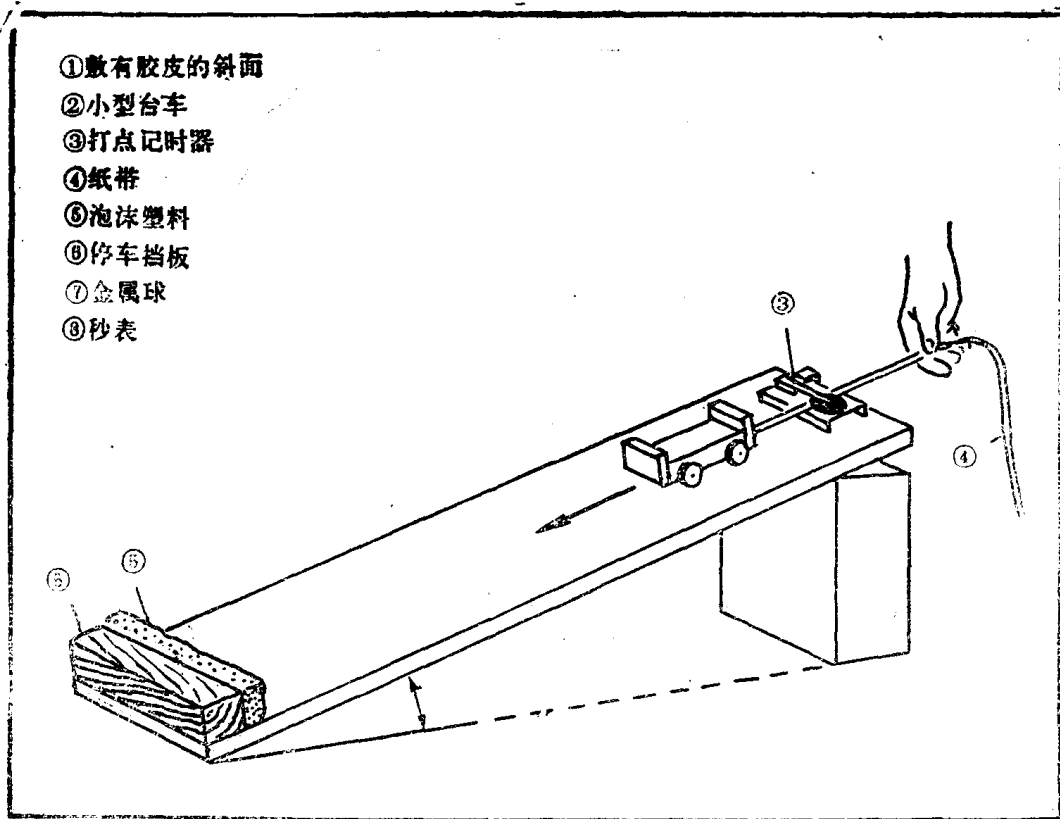
图2

2 台车沿斜面的下落运动

目的

小型台车沿斜面的下落运动，用打点计时器记录在纸带上，通过对记录纸带的分析，具体地掌握匀加速运动的概念，研究匀加速直线运动的位移和时间的关系及速度和时间的关系。

准备



方法 1 用台车和打点计时器研究

1. 在桌面上，把斜面按约与平面成 10° 角倾斜并固定。
2. 在斜面上端固定打点计时器，在下端固定停车挡板。
3. 调整斜面，使台车从斜面上端由静止状态放开，能沿直线滑落。

- 把打点记时器的纸带穿过导向框约1m长，另一端用透明胶带固定在台车的后端。
- 使台车停在斜面的上端，开动打点记时器后，让台车从静止开始下滑，在记录纸带上记录其运动。
- 使斜面倾斜 5° 左右，用4、5、的方法记录台车的运动。
- 把刻度尺对准被记录的纸带，适当选定原点，读取5打点的刻度，记入表1中的x栏内。

这时纸带上的打点因开始纸带上的打点靠得近不明显，不能取作原点，把读数点作为原点。

- 用表1中x值差，求单位时间〔5打〕的平均速度 \bar{v} ，并记在 \bar{v} 栏内。速度的单位是〔cm/5打〕。
- 以表1为基础描绘x-t图线和 \bar{v} -t图线。

	x [cm]	\bar{v} [cm/5打]
x_0	0	
x_1	2.45	2.45
x_2	6.4	3.95
x_3	11.85	5.45
x_4	18.8	6.95
x_5	27.2	8.4
x_6	37.1	9.9
x_7	48.45	11.35
x_8	61.20	12.75

表 1

实验例
台车质量750g,斜面的角度约 10° ,
交流打点记时器 (50Hz), 数据
见表1, 它的图线如图1、图2所示。

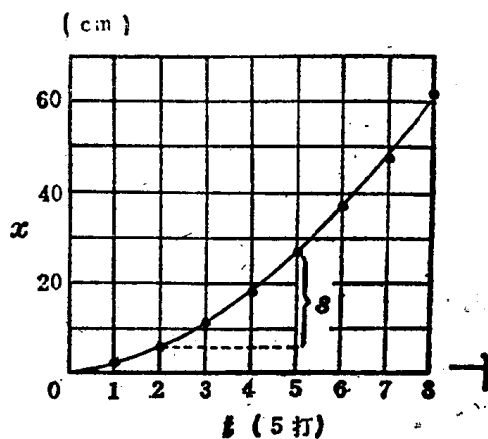


图 1 x-t图线

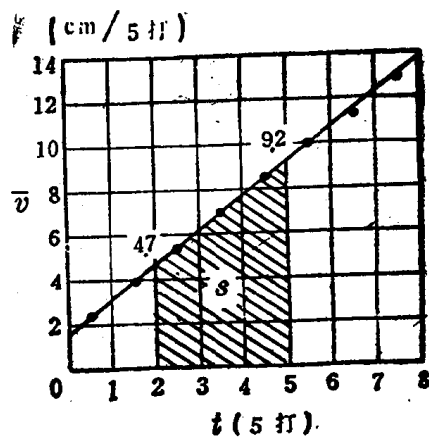


图 2 \bar{v} -t图线

思 考

- 由图2说明台车的速度随时间如何变化?

因为 \bar{v} -t图线是一条直线，所以速度与时间成正比。因为做图线时原点不是取零时刻，所以直线不通过原点。

- 由图2说明，物体的加速度与时间存在什么关系？如何求出物体的加速度？

因为 \bar{v} -t图线是一条直线， $\Delta v/\Delta t$ 相同，所以加速度与时间无关，物体始终做匀加速运动。

从曲线的斜率可求出加速度，单位是 $[\text{cm}/(5\text{打})^2]$ 。如果给出打点计时器的时间间隔（如 $1/50$ $[\text{s}]$ ）也可换算成为 $[\text{cm}/\text{s}^2]$ 或 $[\text{m}/\text{s}^2]$ 。

3. 从 $\bar{v}-t$ 图线中求出从 2 [5打] 到 5 [5打] 的时间间隔内所围的面积，与从 $x-t$ 图线中求得的这段时间内的位移进行比较，能得出什么结论？

图 2 中所示的 $\bar{v}-t$ 曲线的台形面积 s 为：

$$\begin{aligned} s &= \frac{4.7+9.2}{2} [\text{cm}/5\text{打}] \times (5-2) [5\text{打}] \\ &= 20.8 [\text{cm}] \end{aligned}$$

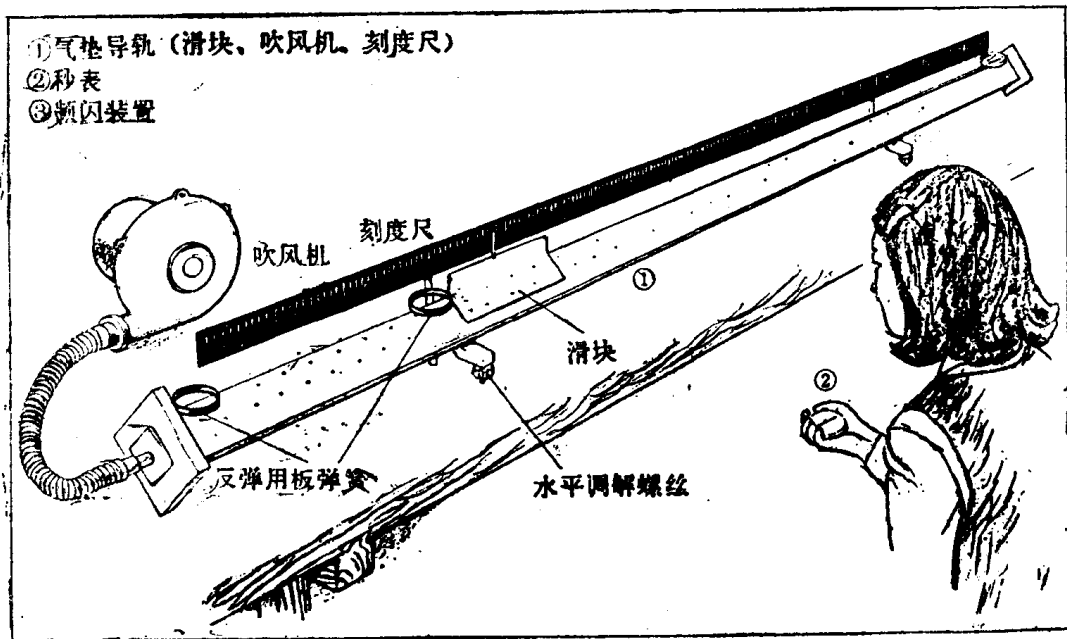
由 $x-t$ 图线所求的位移也是 $20.8 [\text{cm}]$ 。两者完全一致说明 $\bar{v}-t$ 图线中曲线与横轴围成的面积表示位移。

3 惯性实验 (I)

目的

通过观察滑块在摩擦力可忽略的气垫导轨上做匀速运动的事实，来理解惯性定律，从而纠正“运动着的物体，一定受有力”的误解。

准备

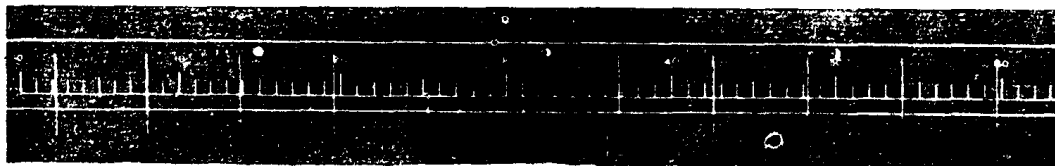


方法

1. 调节导轨的水平调节螺钉，使滑走面成水平状态。判断滑走面是否水平时，把滑块静止地放在导轨上，大体上在任何位置都处于静止状态就可以。
2. 首先，不给导轨送气，推一下滑块，由于摩擦力的作用，滑块总是要静止不动的。
3. 给导轨送气，把滑块静止地放在导轨的一端并轻推一下，观察滑块运动到另一端仍不停止而继续运动，滑块的速度会越来越慢。
4. 利用导轨上的刻度尺，确定几个等间隔（40~50cm）的区间。用秒表测定滑块通过各区间的时间，求出各区间的平均速度，从而确定滑块的运动是匀速运动。

实验例

下图是50克的滑块用频闪摄影装置拍摄的照片。闪光周期是 $1/10$ 秒，滑块上的标志拍摄成白线。由于标记的间隔大致成等间隔，所以，可确认滑块是做匀速运动。



滑块的频闪照片

思考

1. 在运动着的滑块上，都受哪些力作用？
铅直方向向下受重力作用；向上受支承力作用；水平方向不受力。
2. 滑块通过各区间所需时间和各区间的速度的有什么？
因为间隔相等，所需时间相等，所以各区间速度都相同。

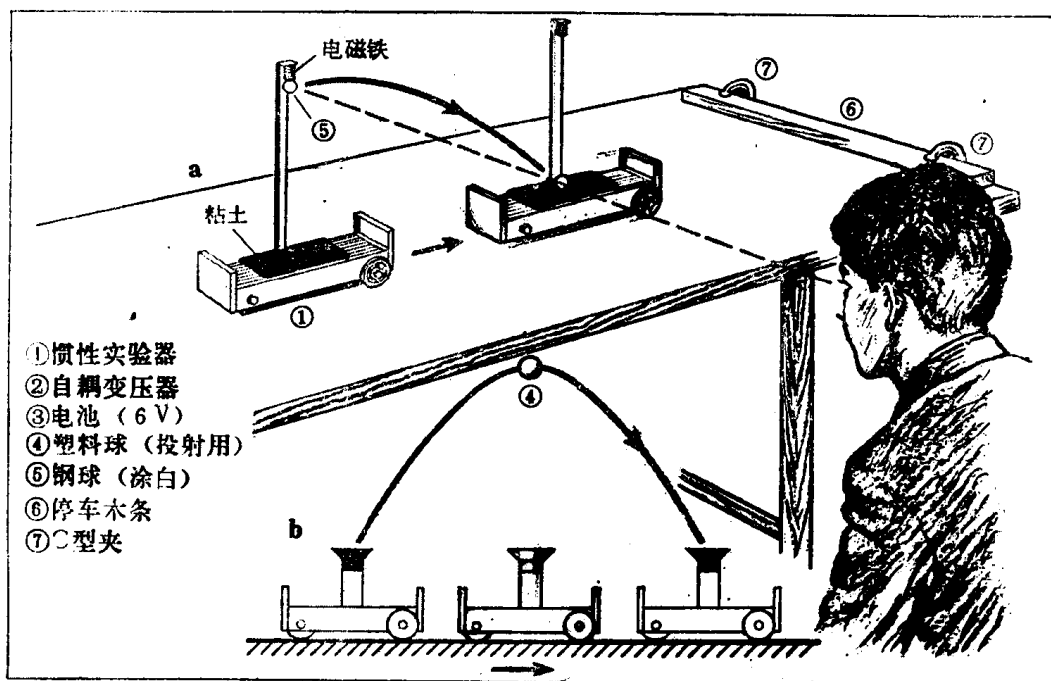
4 惯性实验 (II)

目 的

通过实验揭示在重力作用下的抛物运动在水平方向上做匀速运动，进一步明确惯性定律。

通过实验揭示，由于观测基准（坐标的选取）不同，观测的运动结果也不同。

准 备



方 法 1 在台车上的自由下落

1. 如图 a 所示，在水平桌面的一端固定止车木条。
2. 在台车上电磁铁的正下方，敷上厚度大约1cm的粘土。
3. 使台车静止放置，把钢球吸在电磁铁上。切断开关使球自由下落，在钢球的落下点做一个标记。
4. 然后再把钢球吸在电磁铁上，把台车从静止轻推一下，使之匀速运动，在运动到大约是桌面中央位置时切断开关，使钢球落下，注意观察球下落时，描绘出什么样的轨道。
5. 再者，研究球落在哪个位置，看看与在 3 中所做的标记是否一致。

【注意】

1. 在桌面的一端须用 C 型夹固定止车用木条，以免台车从桌面上滚出。止车用木条最好用塑料泡沫包上，以免撞坏台车。
2. 代替粘土，可在白纸上贴上复写纸，固定在台车上，这样也能记下落下点的位置。
3. 钢球用重的效果好。
4. 为了容易观察，将球涂以白色并使用黑色背景。

实验例

见图 1 的频闪照片。

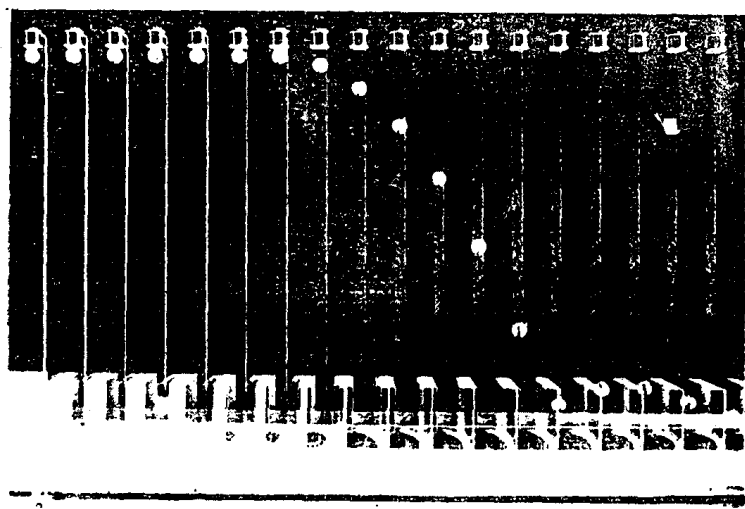


图 1

方 法 2 在台车上把球上抛

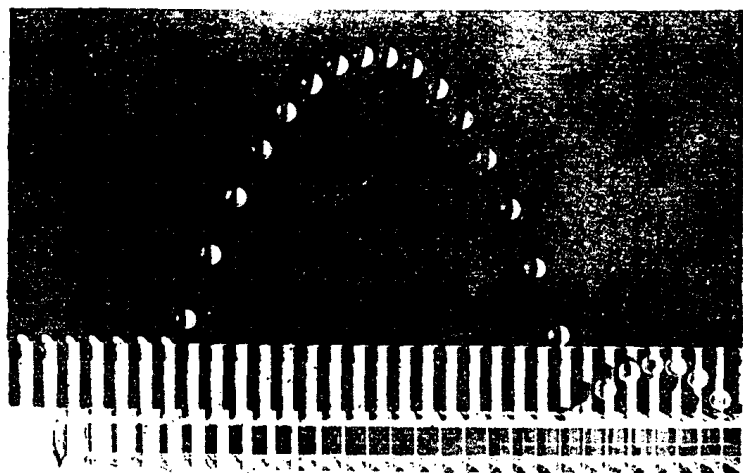


图 2

1. 做与图 a 的同样准备，在桌子一端固定止车木条。
2. 从静止的台车上，将球铅直向上发射。调节成球能返回发射口为止。