

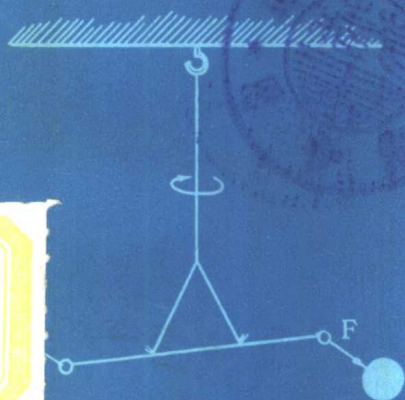
745932

物理

第五册

(实验指导)

[美] U. 哈伯-沙姆 等著



6823
5

科学出版社

745932

33

7/323

7.5

物 理

第五册 (实验指导)

〔美〕U. 哈伯-沙姆等 著

《物理》翻译组 译

科 学 出 版 社

1 9 8 4

内 容 简 介

《物理》是美国物理教学学会编写的，目的是对中学物理教学提出革新尝试。取材与表达方式均甚新颖，特色显著。本册是该书的实验指导部分，作为第五册。本书可供中学生以及具有中等文化水平的有兴趣的读者阅读。

U. Haber-Schaim et al.
COLLEGE PHYSICS
LABORATORY GUIDE
D. C Heath and company

物 理

第五册

(实验指导)

〔美〕U. 哈伯-沙姆等 著

《物理》翻译组 译

责任编辑 张 毅 固

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1984 年 9 月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1984 年 9 月第一次印刷 印张：4 1/2

印数：0001—10,000 字数：97,000

统一书号：13031·2671

本社书号：3675·13—3

定 价：0.53 元

中 译 本 前 言

《物理》是美国物理教学学会编写的，目的是对中学物理教学提出革新尝试。取材与表达方式均有一定特色。前些时候，本社曾将该书及其附篇（高级教材）译出，分为一至四册出版。现再将该书实验部分译出，列为第五册，以示与前四册的联系。

物理学是实验科学。现代物理学中实验是必不可少的基础。因而实验部分也是《物理》不可缺少的部分。

本书由陈咸亨译 1—24 实验，陈菊华译 25—44 实验，夏墨英译 45—61 实验。最后由陈咸亨同志对全书作了校订。

740.11X07

致 读 者

虽然这本实验指南与它的前四册相比,篇幅要小得多,但是任何完整的物理学入门课程的主要关键是实验。正是在实验室中,你们能与大自然交流;在实验室里,你会惊讶地发现,用你的头脑,用你的双手,只用不多几件简单工具,就能够得出很多成果。

在这个自动化的时代里,你也许期望有一些“揿电钮式”的实验。然而在这本实验指南中,你找不到这类实验。我已把书中的技术指导限制到最小量,它们是你开始工作所必备的知识。从一开始,我就用提出问题的办法来给出某些进一步实验的指南,此后,就要靠你自己独立去做了。

有一些好的工作习惯是有用的。在你开始做实验之前,总应先读完这次实验的全部描述,这样你才会对于你试图做些什么有清楚理解。当你完成一个实验时,一定要有完整的记录。这样,你才能在需要时随时查阅这些数据,也才有足够的资料,理解你究竟曾经作了些什么实验。

在实验过程中,凡有必要,就应重复测量若干次。多几次读数一般要比一次读数好。你应当能决定什么情况下需要多做几次测量。

在本书规定的实验中,有不少情况,你将需要有一个或多个同伴的帮助。要与他们共同讨论实验的结果。共同分析会获得比单个人分析更大的益处。

可能你会发现,不可能做完每个实验的所有各部分,这时不要着急;如果你认真彻底地做完了一个实验所提出的事情

的一半,就要比马马虎虎地做全部,获益得多些。不少情况下,有关分析的部分可以回家做。

这本实验指导中的大部分实验取自《物理》第一至四册。有些扩充了,有些改写了,也有不多的几个是专门为本实验指导而重写的。

U. 哈伯·沙姆

目 录

实验 1	短的时间间隔	1
实验 2	大距离	5
实验 3	小距离	8
实验 4	分子薄层	11
实验 5	分析一个实验	12
实验 6	平面镜对光的反射	15
实验 7	光的折射	17
实验 8	粒子的“折射”	19
实验 9	线圈弹簧上的波	21
实验 10	水波槽中的脉冲	22
实验 11	周期波	24
实验 12	波的折射	26
实验 13	波与障碍物	28
实验 14	来自两个点源的波	29
实验 15	干涉与位相	30
实验 16	杨氏实验	31
实验 17	单缝对光的衍射	34
实验 18	用干涉现象测量短距离	34
实验 19	抛物面反射镜	35
实验 20	会聚透镜形成的象	36
实验 21	望远镜的放大率	38
实验 22	分辨率	39
实验 23	运动: 速度与加速度	40

实验 24	恒定力作用下的速度变化	43
实验 25	加速度与力和质量的关系	45
实验 26	惯性质量和引力质量	47
实验 27	飞行中的球所受的力	50
实验 28	向心力	53
实验 29	简谐运动	56
实验 30	等面积定律	57
实验 31	爆炸中的动量变化	59
实验 32	车和砖块	61
实验 33	二维碰撞	63
实验 34	模拟核碰撞	66
实验 35	势能的变化	69
实验 36	单摆的能量	71
实验 37	正碰	73
实验 38	涉及转动的碰撞	75
实验 39	转动惯量	77
实验 40	角动量的变化	79
实验 41	气体的性质	81
实验 42	硬币实验	84
实验 43	两个带电球之间的力	85
实验 44	电力相加	88
实验 45	驱动力和收尾速度	90
实验 46	密立根实验	95
实验 47	溶液中离子所带的电荷	96
实验 48	电容器充电	99
实验 49	电动机转换能量	100
实验 50	电流的磁场	102
实验 51	用基本单位测量磁场	105

实验 52	长直导线附近的磁场·····	108
实验 53	磁环流·····	110
实验 54	电子的质量·····	115
实验 55	迈克尔逊干涉仪·····	119
实验 56	运动媒质中的波·····	122
实验 57	运动物质中的干涉现象·····	125
实验 58	以太实验·····	127
实验 59	放射衰变的随机性·····	128
实验 60	氢光谱和普朗克常数·····	130
实验 61	氦光谱·····	132

实验 1 短的时间间隔

每个人都知道如何测量运动员跑 100 米所需的时间。如果只要求合理的精确度，一个带有秒针的普通手表也就行了。但是，你能够测量电铃上的簧片振动一周所需的时间吗？试把一个电池组联结在电铃上几秒钟，试试看（见图 1.1）！你会发现，它振动一周的时间太短了，只用手表根本不可能测量。在本实验中，你将学会一个方法，如何测量这类短的时间。

让我们开始时用一个大的“簧片”，即一个带负荷的钢带，

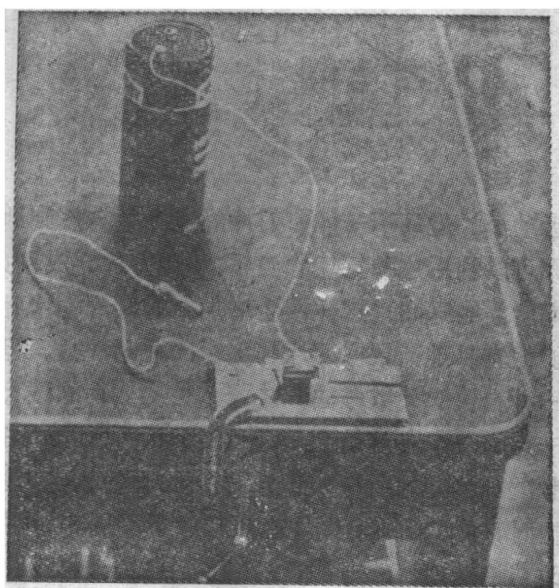


图 1.1

它振动起来不那么快(图 1.2)。把 C 夹钳向边上拉一下，然后放松它。用你的手表，你能测量出这刀片振动一周所需的时间吗？

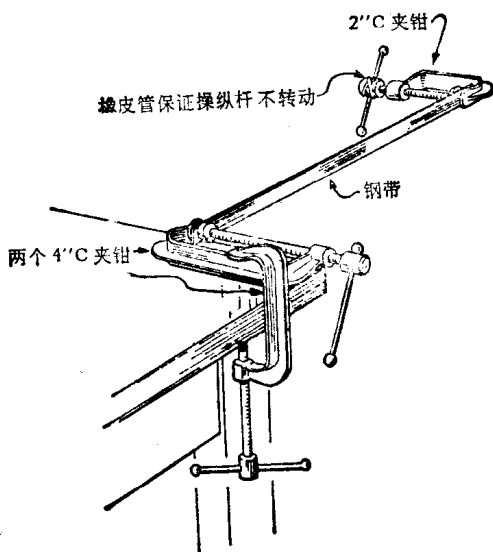


图 1.2

与运动员的运动不一样，刀片的运动是有规则地重复进行的。你可以利用这种重复的性质，测量刀片完成例如 10 个振动周期所需的时间。这样做会增加你的测量的精确度吗？

你能很容易地计数出刀片与夹钳的振动次数，但是你必需要有一种更快的计数办法，才能计数出簧片的振动次数。做到这一点的一个办法是利用圆盘式频闪观测器(图 1.3)。首先把频闪观测器的所有狭缝除一个外都关闭。在注视着振动的夹钳时，在你眼前慢慢地旋转频闪观测器，如图 1.3 所示。用改变旋转速率的方法，在夹钳摇摆的一端，“定住”夹钳的运动。这时，圆盘旋转一周的时间，与夹钳振动一周的时

间, 哪个长? 哪个短? 这是不是当刀片显得被停住时的唯一可能的答案呢?

现在你的同伴就能测出闪频观测器完成十周所需的时间。这样, 你就能计算夹钳作一次振动所需的时间了。

把 C 夹钳移到刀片的中部(也就是让它更靠近桌子), 再试一下, 把振动着的刀片“定住”。(注意, 为使刀片振动, 你应该拉一下夹钳, 不要去拉刀片的末端。)再把闪频观测器上的狭缝打开两个, 它们应是互相对立的; 重新作“定住”刀片的实验。这时, 夹钳振动一周的时间, 与频闪观测器旋转一周的时间, 有什么关系? 夹钳振动一周的时间为多少? 如果我们把 C 夹钳进一步移动靠近桌子, 它振动一周的时间是变长了, 还是变短了?

在你试图测量电铃簧片按其原样振动一周的时间之前,



图 1.3

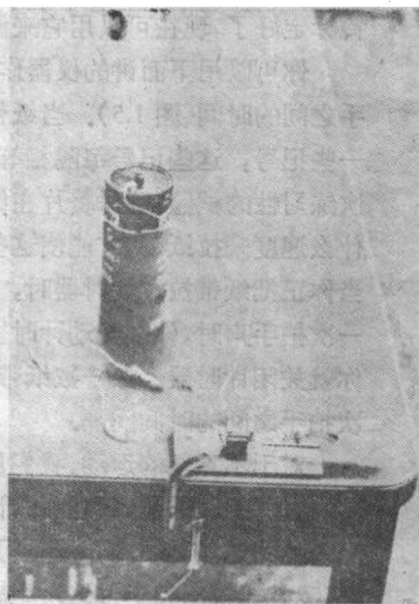


图 1.4

先把一个晒衣夹联到它上面。如图 1.4 所示。这样一来，会使簧片的运动慢一点，而你就有一个练习使用频闪观测器的机会。打开闪频器上四个狭缝（当然是四个对称的狭缝），试一试“定住”簧片与晒衣夹的运动。为计算这种加负载的簧片振动一周的时间，你可能会发现，测出圆盘旋转 20 周的时间，将会是方便的作法。

把频闪观测器的 12 个狭缝全都打开，重复上述测量。你怎么能肯定，在上述两种情况下的计算结果，并不是正确值的两倍？

现在，你可以去测定没有晒衣夹时簧片振动一周的时间了。这时，你是否已把你测量短时间的能力扩大了几个数量级？

既然已找到簧片振动一周的时间，你就是已经把这个电铃标定好了，现在可以用它来测定其他的各种短时间间隔了。

你可以用下面讲的仪器作为记录计时器，来测量两次拍手之间的时间(图 1.5)。当纸带被拉过时，簧片将在上面画出一些记号，这些记号每隔相等的时间间隔出现一次。先作几次练习性的试验，确保簧片在纸带上作出记号，并决定应该用什么速度来拉纸带，才能使这些记号的间隔适当，便于计数。当你正把纸带拉过计时器时，让你的同伴拍手两次。听到第一次拍手声时，你就开动计时器；而当听到第二次拍手声时，你就关闭计时器。数一数纸带上记号的个数，从而测定出两次拍手之间的时间间隔。

对于不重复的运动，我们用频闪观测器看它时，是无法将其“定住”的。但是，我们可以计数出，当某物体从一处运动到另一处的这段时间内，用频闪观测器可以看到它多少次；这样，我就能找出它走过这段距离所用的时间。为了计数方便，我们用通过频闪观测器拍摄照片的办法(图 1.6)来作出永久

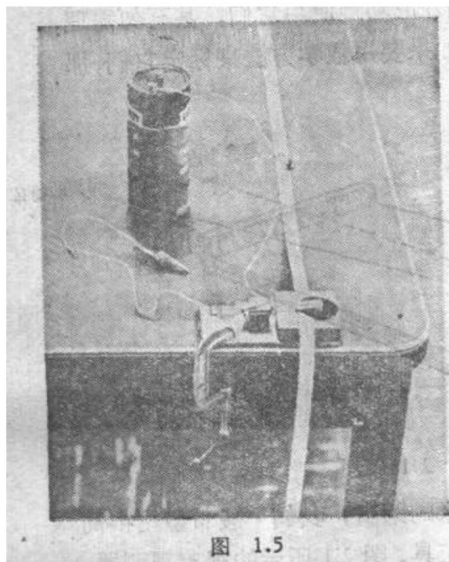


图 1.5

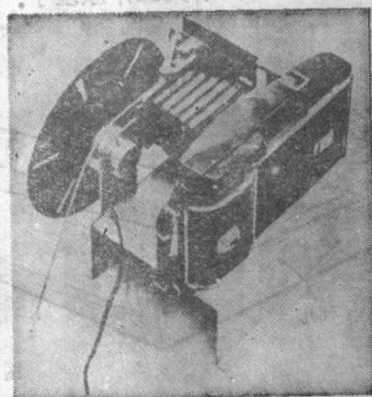


图 1.6

性的记录,当然也可以用电铃计时器做到这一点。

把纸带联结到一个小物体上,测量该物体从桌上落到地板所用的时间。

你能否用纸带与一个手表来标定电铃计时器? 如何标定?

把两个时间对比一下: 一是当簧片自由振动时测出的一周时间,另一个是当簧片打印记录纸带时振动一周的时间。

实验 2 大 距 离

数量级为 1 米的距离,用一根尺直接测量是很容易的。至于比 1 米大得多的距离,用尺测量是不现实的,有些情况下,根本不可能。

有各种各样的工具,可以扩大我们测量长距离的能力。

你可以用实验方法标定它们并成功地使用它们，甚至勿需理解它们的工作原理。然而，如果要用数学方法来标定它们，就必须理解其工作原理了。

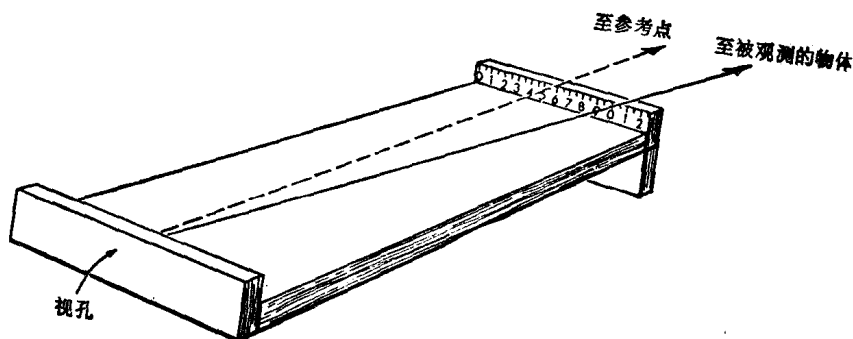


图 2.1

关于测量数量级为 1 千米的距离，我们一般希望用很简单但可以用数学方法标定的工具，图 2.1 所示的视差观测器，就是这样的一种工具。

要了解视差是什么，你先用一只眼注视一支铅笔，然后用另一只眼来看这支铅笔。并且注意看铅笔相对于背景，表观上有位置移动，这种表观移动就叫“视差”。为在大尺度上来看视差，观察与你自己形成一条直线并距离很远的两个物体，你沿着垂直于视线的方向移动几步，再来看它们。注意，这时它们不再与你成一直线了。我们就是利用这样的移动，来找出两物体中较近的一个到观察点的距离；至于较远的那个物体，只不过作为背景中的参考点而已。

要定量上决定这种移动，让我们回到与两物体成直线的观测地点(即图 2.2 中的 B 点)。从这一点测出垂直于视线的基线 BC 。在 C 点使用视差观测器，使通过小孔观看参考点时的视线正好落在标尺上的中点记号上。然后记录下到较近的那个物体的视线落在标尺上的读数。从标尺上的读数和两

个观测点的距离(即基线 BC 的长度),你就能得出两物体中较近的那一个到观测点的距离。

图 2.2 是上述情况的示意图,注意,图上两个角 θ 与 θ' 不是相差很大的。如果把参考点选得非常非常远,使其距离比所要测量的距离大得多, θ 就几乎是等于 θ' , 而三角形 BDC 与三角形 OCS 就是相似的。你如何用基线 BC 的长度,视孔与标尺的距离 CO 以及标尺上的视差读数 OS ,来表示要测出的距离 BD 呢?

实际工作中,并不一定要求开始时远处的参考点与被测物体在一条线上。你可与前面一样观测参考点,并读下到被测物体的视线的读数(即图 2.3a 中的 S_1)。然后垂直于参考点视线的方向移动,再观测并读下物体的方向的读数(图 2.3a 中的 S_2)。三角形 ADC 与三角形 S_1CS_2 是相似的,根据这一点,你也能算出距离 AD 。

注意,基线与从被测物体向它作出的垂直线,并不一定要相交(图 2.3b)。

你可用不同的参考点,测量到某些物体的距离,让这些距离的数量级为 1 千米。你认为你所作的这些测量中,哪一个最准确?

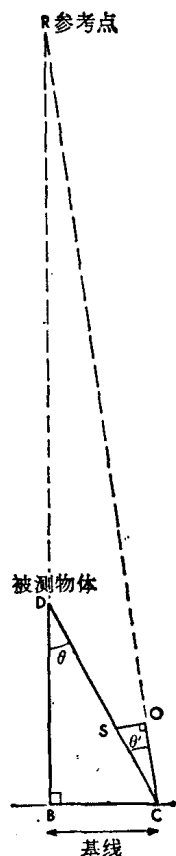


图 2.2 图中夸大了观测器的尺寸, CO 与 OS 实际上应比 BD 与 BC 小很多,与图中比例不相同。

