

中学物理实验思考题

[苏] B. H. 兰格 著 李国倩 译



文化教育出版社

中学物理实验思考题

(增订第二版)

[苏] B. H. 兰格 著

李国倩 译

文化教育出版社

本书分题目、提示、题解三部分。题目部分共有 134 道新颖的实验性题目，其中绝大多数需用的器材是容易得到的，而所要进行的实验测定必须灵活地综合运用物理知识才能实现，有助于培养运用物理知识解决问题的能力 and 实验能力。提示部分简明地指出各实验题的解答方向。题解部分详细讲述了各实验题依据的物理原理。

本书可供中学物理教师、高中学生和具有中等文化程度的读者参考。

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ НА СМЕКАЛКУ

В. Н. ЛАНГЕ

Москва «Наука»

1979

中学物理实验思考题

[苏] В. Н. 兰格 著

李国倩 译

文化教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市房山县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 4.125 字数 85,800

1981 年 9 月第 1 版 1982 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—40,000

书号 7057·055 定价 0.32 元

如果在学生中不去发展主动性和首创精神，一切知识都是僵死的。

H. A. 乌莫夫

前 言

在任何实际活动的领域内，无论是科学还是技术，是工业还是农业，是宇航学还是医学，人们时常需要测量某些量。例如，空气的温度或山的高度，物体的体积或古文物的年代，等等。有时一些必需的测量可以使用专用仪器或工具。例如，测量物体的长度用直尺、卷尺、千分尺、卡尺，测量温度用温度计，测量质量用天平，等等。这类测量称为常规测量或直接测量。但是相当经常的是，我们感兴趣的一些量的直接测量，必须用别的测量方法来代替，即先测出必要的参数，然后再按相应的公式进行计算。这种测量叫做间接测量。例如，为了测定物质的密度，通常先测量由该物质做成的某一物体的质量和体积，然后用质量除以体积。

一般地说，对某些量的测量专门有详细的“常规”的方法，其中有些（测量长度和密度）就是刚刚列举过的。但也有这样一些情况，直接用通常的方法进行测量不方便或者完全不可能。如需要测定一根常见的医用温度计内的毛细管的直径，而这种毛细管是如此之细，以致要用尺或其他什么量具“探

入”管内都不可能；再说您的尺子对这种测量而言也显得过于粗陋了。那么怎样进行测量呢？这时，直接测量毛细管的直径换为间接测量就比较合适。而且可以提出不止一种而是很多种不同的间接测定方法，其中一种方法，当看了您面前这本书的第96题的解，您就清楚了。用常规方法测量密度也不总是可行的。的确如此，当我们想知道某个行星的平均密度时，我们就立刻碰到了困难。要知道，把行星放在秤上是不可能的，不得不想一些间接的办法，其中有些方法在第126题和第130题解答中作了说明。

在这本习题集的部分题目中，为测量某个量所提供的仪器和材料好象是完全不适用的，但是如果善于利用它们，就能够把题目解出。要是这些题目不会做，可以先看一下提示，只有当看了提示仍做不出时，才去看书后的题解。假如您已独立地解出题目，则可核对一下答案，也许您的解法更简捷、更巧妙，那时您将享受到莫大的愉快。

在本习题集中还有一些题目，它们并不要求定量地测出某些量，仅要求指出进行测量的方法。这些题目，或者是初始条件或者是解题所用的仪器，跟前一类题目有类似的特点（确切地说，这些题目的特别之处仅仅在于是假想的，例如假想用测地球平均密度的方法去测行星的平均密度；有关的说明在第130题的题解中）。

虽则所有的习题都是实验性的，但是要紧的还是从理论上得出解题的正确途径。同时假设本书各题目所提及的仪器和工具是很精密的，采用的也是“唾手可得的材料”——除非预先说明不是这样。例如，在家里您总可以找到玻璃杯和线团，

总能够从自来水管或水井里取到水,等等。

在有些情况下,使用所提供的仪器只能近似地测定所需的量,不过有时即便是一些估算的结果也有很大价值。这里举个例子:目前光的波长的测量已十分精确(我们知道,在国际单位制中,是把惰性气体氩——更精确地说应是质量数为86的氩同位素——光谱中的橙黄色光在真空中的 1650763.73 个波长加起来的那段长度,定义为1米),但是,在1802年,由英国物理学家T. 杨氏首次进行的测定光的波长的相当粗略的实验,具有很大的理论价值,因为在杨氏做这些实验之前,甚至连光波的数量级也不知道。

在大多数情况下,给您的题目的条件,乍看起来是臆造的,在生活中未必真会遇到。然而事先预见到一切是不可能的,必须准备应付一切意外情况。有些科学历史资料有力地证明,实验工作者时常需要“施巧计”,想出多种多样间接的、又常常是十分巧妙的方法来进行测量和研究有关现象。只要回忆一下电子电量的测定,行星化学成分的鉴别,原子核结构的揭示,等等,很多测量用的正是间接方法。在所有这些情况下,想象力——自然科学家的至为重要的素质,常常给科学家以帮助。因此在一些简单的事例中经常训练自己的机敏性,对您是很有益处的,这可使您在碰上比较复杂的情况时,不致手足无措。

引起您注意的这本书,不同于一般的学校用书,因为很多题目求解时要用上物理学的不同篇章的知识,所以编者决定将题目按解题所处的环境来分篇,每篇中的题目又按难易程度排列。虽然编者和读者对题目难度的看法肯定会有不一致

的地方。

编入本书的大部分题目是编者自编并首次发表的，但有一部分引自早先出版的习题集。

本书首先着眼于高年级学生，这些学生已经积累了一定的物理学知识，做了不少题目，但还只能说是刚刚开始学习这门奇妙的科学。本书对中学和职业技术学校的教师也是有用的，例如可用于编拟物理晚会上的竞赛游戏题。

求解某些题目时要求应用物理手册，不过大部分必需的数据可以取自本书或学生物理习题集的附录，但有时也必须查一下更详尽的，比如《简明物理技术手册》（国家物理数学出版社，莫斯科，第一、二卷 1960 年出版，第三卷 1962 年出版）内的图表。

.....①

B. H. 兰格

① 这里有两小段，翻译时删去——译者。

目 录

前言.....	1
题目.....	1
在家里.....	1
散步时.....	6
在湖上.....	8
旅游时.....	10
在学校实验室.....	11
在工厂.....	15
在宇宙.....	18
提示.....	20
题解.....	28
附录.....	118

题 目

在 家 里

1. 要您测定糖的密度,但只有一只生活用的量杯,您怎么做?假如供实验用的是砂糖。

2. 给您一个 100 克的砝码和一把刻度尺,如何用它们来近似测定某一物体的质量?假设被测物体的质量跟所给的砝码的质量相差不是太大。要是用一套铜制的硬币来代替砝码,又该怎么做?

3. 要用铜制硬币来测定尺的重量和质量,该怎么做?

4. 您家里台秤的刻度的最大值为 500 克,而您要称质量大约为 1 千克的书。如果除了秤以外,还有一个线团,怎样完成这个任务*?

5. 用一架天平、一组砝码和一个盛有水的容器,怎样测定石块的密度?假定该石块的体积不能直接量得。

6. 用一架天平和一组砝码,怎样测定锅子的容积?

7. 一只圆筒形的杯子内盛满液体,怎样才能将杯内的液体分成完全相等的两份?如果另外给您一个容器,但它跟原先那只杯子的形状不同,尺寸也小些。

8. 两个朋友在阳台上休息时想到这样一个问题:要是

* 本题是根据 M. 罗麦恩(别廖基亚博士)的设想编的。

不打开火柴盒,怎样确定谁的火柴盒中的火柴较少。

您能提出一个怎样做的方法吗?

9. 要是不用任何工具,怎样确定一块平板的重心?

10. 用一把直尺(例如常用的木尺)如何测定足球的直径?

11. 怎样用量杯测定一只小球的直径?

12. 必须尽可能精确地测定一根细导线的直径,但可供测量用的只有铅笔和学校用的方格练习本。

应怎么做?

13. 有一个长方形容容器,盛满了水,上面浮着一个物体。试问用一把尺子怎样测定该物体的质量?

14. 给您一根钢针和盛有水的量杯,怎样测定软木塞的密度?

15. 一根用某种木材做成的细棒,浮在细长的圆柱形容器中。请说说,如果仅有一把直尺,如何测定该木材的密度?

16. 有一种玻璃瓶塞是空心的。如果要测定它中空的体积而不使它破碎,只利用一架天平、一组砝码和一个带水的容器能行吗?行的话,怎么做?

17. 现有一块钉在地板上的铁皮,一根木棍和一把直尺,设计一个只用上述器材来测定木头跟铁皮之间的摩擦系数的方法。

18. 在一个开着电灯的房间内,想要知道两个直径相同的凸透镜哪一个焦距大。不给什么专用仪器,您能说出求解的方法吗?

19. 有两个直径相同的透镜,其中一个是凸透镜,另一个是凹透镜。如果不用任何仪器,怎样确定它们中哪一个焦距大?

20. 在一条没有窗户的长廊里，装着一盏灯，它的开关装在长廊里端的门旁。这对于上街不太方便，因为人们必须在暗中走出门去。如果他们在长廊里端把灯开亮，那么情况也不能令人满意，因为他穿过走廊后，不能关掉那盏灯，那盏灯仍然亮着，很浪费。

能不能设计一个电路图，使人们在走廊的两端都能开关电灯？

21. 您看，想要测量出一幢房子的高度，可是只给您一个空罐头和一只秒表，您能完成这个任务吗？请说说您将怎么做？

22. 如果有一只圆柱形的水罐、一只秒表和一把游标卡尺，怎样测定从水龙头里流出来的水流的速度？

23. 从没有完全关紧的水龙头中流出一股很细的水流。在仅有一把尺子的情况下，怎样测出它的速度和它的流量，即单位时间内流过的水量？

24. 在观察没完全关紧的水龙头中流出的水流时，提出了要利用它测定自由落体加速度的任务。

怎样用一只容积已知的容器和一只表来完成这个任务？

25. 让您用装有喷嘴的软水管往一个大桶里放水，并且要把桶盛满。桶的容积是知道的。您想预先晓得这件乏味的事需延续多长时间，您能否只用一把尺子就把它估算出来。

26. 怎样用一架灵敏天平和一把尺子测定足球内的气压？

27. 有一只灯丝已烧坏的灯泡。您怎样用一只盛水的圆桶和一把尺子测出灯泡内的压强？

28. 如果只允许您使用盛满水的锅子和一架配有砝码的

天平,请您试试看怎样求解上题。

29. 给您一根一端封闭的细玻璃管,管中有一段水银柱把管内空气跟外界隔开,同时给您一把有毫米刻度的直尺,请用它们测定大气压强。

30. 用一只家用冰箱、一只容积不知道的锅子、一只钟以及发热均匀的煤气灶,怎样测定水的汽化热?水的比热是已知的。

31. 要想知道由电网供电的电视接收机(或其他用电器)的功率,但可供使用的仅有一只台灯、一个线团、一小块铁和一只电度表。用什么方法完成这个任务?

32. 用一只电度表和一架收音机怎样测定电烙铁工作时的电阻值(不知道电烙铁的功率)。分别讨论收音机由于电池供电和由市电供电的两种情况。

33. 窗外下着雪,室内很暖和,可惜没有温度计可以用来测量温度。不过有一节干电池、一只较精密的伏特表和一只同样精度的安培表,还有一些铜导线和一本较详尽的物理手册。应用它们能否测定室内的温度?

34. 如果没有物理手册,不过器件中再补充一只电炉和一只盛水的锅,那么上题应怎样解答?

35. 您那里的马蹄形磁铁的极性标记磨得看不清了。当然可以用多种方法来认出哪一端是南极,哪一端是北极,不过现在要您借用电视接收机来完成这个任务,您应怎样做?

36. 女儿向正在灯下记录电度表度数的父亲请求让她到外面玩一会儿,父亲答应了,但叫她过一个钟头就回来。这位父亲不用表怎样掌握女儿玩耍的时间?

37. 第20题常被选入各习题集中,所以大家比较熟悉。现再看一个同样类型但稍为复杂些的题。

请设计这样的电路图,要求能从几个不同地点开关电灯或其他一些使用市电的电器。

38. 如果把一块方木块放到电唱机的用呢绒覆盖的转盘上,且距转轴较近,那么方木块将跟着转盘转动;如果方木块离轴较远,那么木块很可能要从转盘飞出。现在只给您一把尺子,怎样测定木块和呢绒之间的摩擦系数?

39. 只给您一根足够长的细线、一只表和一个砝码,请拟出一个测定房间体积的方法。

40. 在教授音乐和芭蕾舞,训练运动员和进行某些事情时,经常用到节拍器——一种能产生有周期性间歇的响声的仪器。节拍器每两个响声之间的间歇多长,可以通过移动摆锤在有刻度的摆杆上的位置来调节。

怎样在节拍器上标定出响声的间歇时间是多少秒?这件事如果制造厂没有做,您怎样利用一根线、一只钢球和一只卷尺来做?

41. 要把没有刻度的节拍器的摆锤,调节到使节拍器每两拍之间的间歇为1秒钟(参见上题)。给您长梯、砖块和卷尺,您准备怎样使用这些东西来完成这个任务?

42. 有一块长方形木料,它的一条棱的长度比另外两条棱长得多。试问只用一把直尺,如何确定该长方体跟室内地板之间的摩擦系数?

43. 新式的咖啡磨用小功率的电动机带动。如果不把咖啡磨拆开,如何测定其中电动机电枢的转动方向?

44. 两只质量和体积均相等的空心球，涂了同样颜色的油漆，而且漆层不让划破。已知其中一只球是用铜做的，另一只是用铝做的。

用什么方法能简捷地识别哪一只球是铝做的，哪一只球是铜做的？

45. 用一把很结实的均匀的刻度尺和一段不太粗的铜导线，怎样测定某物体的重量？允许使用物理手册。

46. 要求用一只秒表和一只半径已知的钢球，估算凹面镜的半径(或凹透镜的曲率半径)。这怎么做？

47. 染色的赛璐珞薄片可以当作一种最简单的滤光片。所谓滤光片就是一种能从连续光谱中分离出宽度相当窄的光波的仪器。现用一只台灯、一架电唱机及唱片(慢转唱片)、一把尺和一块带有小孔的硬纸板，怎样测定一束宽度相当窄的光波的平均波长。

散 步 时

48. 一个青年人和一个小孩都要过河，一个从河的左岸到右岸，另一个则相反。两岸各有一块木板，但是每块木板都略短于河宽。试问用什么方法可以使青年人和小孩都能到达对岸？

49. 在某种场合，用一只秒表，怎样从雷声的持续时间估计出闪电的长度？

50. 桌上放着一只钟，它十分准确地每隔1秒钟敲打一次。如果看到这只钟怎么敲打，又听到敲打的声音，您能否只

用一把卷尺,测出声音在空气中传播的速度?

51. 在有阳光的日子里,要是不攀到树上去,用一把尺子怎样测得树的高度?

52. 在苏联某城的各交叉路口,安装了能自动计算和在色灯信号盘上显示速度的电子设备,其所示的速度,就是为使汽车能在绿灯情况下通过下一个交叉路口,司机应保持的车速。通常这种装置上所显示的读数的变化顺序是:先 45 千米/小时,后为 50 千米/小时、55 千米/小时,最后是 60 千米/小时。那以后,信号盘就熄灭了,因为比 60 千米/小时更大的车速只有在少数几条街上才允许采用。

试问:一位站在交叉路口且能看得见信号盘上读数的人,如果仅用一只表,怎样测定出到下一个交通信号灯的

距离?

53. 两个小孩在滑冰场上想比一下,他们当中哪一个质量大和大多多少倍。用一把卷尺,他们怎样实现这个愿望?

54. 傍晚,您站在小河边,对岸立着一根路灯灯柱。怎样测定灯柱有多高以及它离您有多远?如果为此只让您用一把不长的直尺和一把卷尺。

55. 要想测定玩具手枪射出的子弹的初速度。但是,仅有一把卷尺,怎么办?

56. 如果要求实验者用秒表来代替卷尺,上题又怎样求解?

57. 用一把卷尺,怎样测定一个男孩抛出的小球的速度比女孩抛出的小球的速度大多少倍?

58. 要您用走步来测量河的宽度。当然允许您走近河边,

而且可借用在岸边摘下的草,您怎么做?

59. 要确定磁子午线的方向。可应用的有: 一杯氯化铵(NH_4Cl)溶液、一把剪刀、一卷铜线、一小块锌皮和一块软木。用这些器材怎样去完成给定的任务?

60. 为了测定一座塔(或其他建筑物)的高度,给您一小碟水银、一只量角器、一个小重锤和一根线;并且假设您自己身体的各部分的尺寸是知道的。您能完成这件事吗?

61. 用一只煤油炉、一只盛有水的锅子和一支较精确的温度计,怎样测定山的高度?

62. 要测定光源的强度,但不能走近光源。为此可供您使用的有: 一个测定照度的仪器(照度计)和一把卷尺。请设计一个能完成这个任务的实验方法。

63. 让您站在旋转着的平台上(象公园里有的那种转盘),假如平台四周都密封,以致周围的物体都看不见,您想知道平台旋转的方向,只借助于一个小钢球,可怎么做?

64. 一个人站在铁路路基旁,电气列车拉响车笛飞驰而过。如果那个人具有较好的辨音能力,他就能够不用任何专门仪器而相当精确地测定列车的速度。只是他必须知道当时温度下声音在空气中传播的速度。

试说明他是怎么办的?

在 湖 上

65. 不用任何仪器,请证明肥皂水的表面张力系数比纯水要小。

66. 在晴朗无风的天气里,两个小孩乘坐两只外形和尺寸完全一样的两只船到湖上去玩。游玩时,他们想进行速度比赛。为了使比赛公平合理,两个小孩决定分配他们所有的行装,以便使两只船的质量相等。

如果只应用手头的一根长绳,他们怎样办到这件事?

67. 一个站在船上的小孩,想到要测量一下船的质量。如果他自身的质量是已知的,但除了一根长绳外别无可供测量的东西,他应该怎么做?

68. 旅游者从设有他们的基地的湖边摆渡到湖的另一边,看了看表后,他们决定作短时间的休息。四周很幽静,即使关掉身边的晶体管收音机,他们也可以很清楚地听见基地无线广播站的节目。这时,其中一位旅游者宣称,他们到基地的距离约为3千米。试问他是采用什么方法测定出这个距离的?

69. 潜水员需要测量湖的深度,但遗憾的是,除了一只带有刻度的圆筒形量筒外,他没有别的仪器或工具。然而潜水员却解决了自己提出的这个测量任务。您能够说出他是怎样做的吗?

如果圆筒形量筒换为圆锥形量杯,可以完成这个实验吗?

70. 渔民在商店买尼龙钓丝时,忘记询问一下它的负荷有多大?不过他稍加思考,想出了测定钓丝负荷的方法,仅用偶尔放在身边的一个质量为1千克的砝码和一只量角器。

请猜测一下,渔民用什么方法解决这个问题。

71. 如果仅用一只质量为1千克的砝码和一把卷尺,渔民能否测定钓丝的强度?