

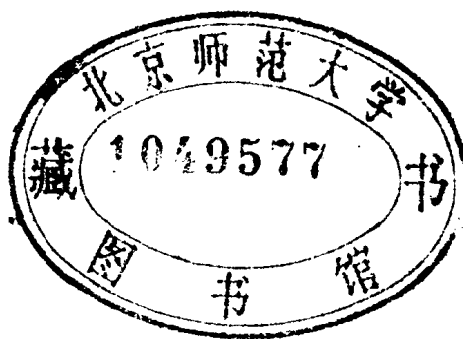
数理化自学丛书

第二版

物 理

第一册

赵宇昂 周礼平 编



上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍力学的基本知识和基本规律。这些内容是物理学的基础。前三章是学习物理的入门,介绍了物体的一般物理性质。第四、五两章讨论了物体的运动,并对匀变速直线运动作了详细分析。有了以上这些基础知识之后,接着对力学的基本规律作了详细的探讨,这是本书的主要部分,其中包括牛顿运动三定律、功能关系、冲量和动量关系等三个内容,这就是力学的动力学部分。之后,主要是应用这些基本规律来研究几种典型的曲线运动、流体的运动乃至第二册的振动和波动现象,包括这些运动的特点及运动的规律。摩擦力定律、胡克定律和万有引力在本书中是作为这三种力本身所遵循的规律而加以叙述的。

此外,为了便于自学起见,本书除了加强说理分析以及编排了大量的例题、习题、复习题之外,在每章后面还附有“本章提要”,某些重要单元后面,附有单元检查题,书末还有总复习题等,以供复习巩固之用。

本书可供青年工人、中学生和在职干部自学,也可供中学青年教师作参考。

数理化自学丛书

第二版

物 理

第一册

赵宇昂 周礼平 编

数理化自学丛书编委会审定

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 17 字数 450,000

1964年5月第1版

1983年2月第2版 1983年2月第8次印刷

印数 551,001—747,200

统一书号: 13119·570 定价: (科二) 1.15元

第二版出版说明

《数理化自学丛书》第二版是在第一版的基础上编写而成的。考虑到我社已出版大学数、理、化自学丛书，中学数学中的微积分内容没有另编分册。第二版仍包括《代数》四册、《平面几何》两册、《平面三角》、《立体几何》、《平面解析几何》、《物理》四册和《化学》四册，共十七册。

由黄丹麓、杨荣祥、余元希、杨逢挺、桂君协等同志主编的第一版，自1963年陆续出版后，受到广大读者的欢迎。特别是1977年重排、重印以来，受到社会各方面极为广泛的关注，在广大读者中有了相当的影响。许多在职职工、农村青年和在校学生，自学了这套书以后，数理化知识水平有了一定的提高。

第二版由杨荣祥、余元希、束世杰、季文德等同志主编，数理化自学丛书编委会审定。它保留了第一版在编写上“详尽在先、概括在后、通俗到底”和“便于自学、无师自通”的特色，仍是一套与现行中学课本并行的自学读物。第二版仍从读者的实际情况出发，按传统的教学体系编写。但这次参照新的试行教学大纲的要求，与第一版相比，数学各分册的编写内容作了适当的增删和调整，基础知识和运算技能的训练有了进一步加强；物理各分册在内容的取舍、习题的更新、插图的选配、实验的描述等方面均有较大的改进；化学各分册还增加了反映现代科学技术水平的基础理论知识，在理论和实践相结合的原则下，内容和体系均有新的特色。此外，各册的例题和习题选配得力求恰当、合理，知识

论述力求通俗、严密;并按章增加了测验题。在各册编者话中,还有供读者自学时参考的指导性意见。

自学要有成就,必须刻苦勤奋、踏实认真、持之以恒、重视,难而进。刻苦自学、学有成就者不乏其人。愿广大读者,已的独学好。

《数理化自学丛书》出版以来,全国各地的读者,已的知情的鼓励和有力的支持,特在此表示衷心感谢。也去做

上海科学技术出版社

等几何
一元
知识,

增编了

一定的
奠基
希望读

编 者 的 话

本书第一版发行到现在已经十六年了，科学技术的发展和读者的期望都要求对本书作必要的修改，以适应广大读者的需要。编写组对全书的基本要求、指导思想、组织结构和编写方式等方面作了仔细的讨论并确定了几项修改原则。《物理(第一册)》就是在这样的基础进行改编的。我们曾经将本书中的“基本量度”、“牛顿第二运动定律”、“机械能”、“动量和动量守恒定律”等四章的样稿在编写组内逐章逐节地进行了讨论，对内容的深广度、叙述的方式、章节的编排，例题、习题、单位制、符号的处理等作了多次研究，提出了修改的方案，作为正式改编的依据。

修订本将原书的前十四章增编为十五章，并把原书的第十五章“振动和波”以及第十六章“声学”编入第二册，作为力学的延续部分，以免第一册篇幅过大。修订本还将原书第八章中的“动量和动量守恒定律”抽出来另立一章，放在“机械能”一章之后，以突出它的重要性；同时，对原第八章加强了牛顿三个运动定律的综合论述和运用。另外，由于“简单机械”一章所涉及的基本原理是属于平衡的问题，又需要引进功的概念，因此我们又将这一章移到“物体的平衡”一章之后，“机械能”一章之前，使之起到承先启后的作用。

作为自学物理的入门书，我们仍然非常重视基本概念、基本规律、基本原理的阐述以及基本练习的训练，并强调学习的系统性，因此这本自学用书不同于教科书，也不同于科

• i •

普读物。我们在改编时,加强了说理分析,强调了知识的前后联系,增添了一些例题,而使读者第一次遇到的比较难懂的物理概念、推理方法,则尽量通过实例予以阐明,并反复出现,以利巩固。我们希望读者在这方面要有足够的重视,对课文要认真、细致、耐心地阅读,从而加强锻炼自己的独立思考问题的能力,务使书本上的知识真正变成自己的知识,切忌在一知半解或不求甚解的情况下急急忙忙去做习题。

我们设想读者已经学过自然常识,并在自学物理的同时,也在自学代数、三角、几何。本册从第六章开始陆续用到这方面的数学知识,但是全册对数学并没有更高的要求。如果读者已学过相似三角形、平行线、圆等方面的初等几何知识,余弦定理、正弦定理、三角函数之间的简单关系一元一次方程、一元二次方程、三元一次联立方程等代数知识,就可以比较顺利地自学第一册力学部分的内容了。

本书除了每章安排了一定数量的练习题外,还编了单元检查题,供读者学习一个阶段后检查之用。

在我国实现四化的过程中,需要更多的人掌握一定的自然科学知识,这本物理第一册如果能在这方面起到奠基的作用,则编者的愿望基本上达到了。最后,我们还希望读者对第二版的内容,提出宝贵的意见。

编 者

1980年9月

目 录

第二版出版说明

编者的话

1. 基本量的量度	1
§ 1.1 长度的量度	2
§ 1.2 面积的量度	7
§ 1.3 体积的量度	9
§ 1.4 质量的量度	11
§ 1.5 时间的量度	15
2. 力 固体的一些性质	20
§ 2.1 力 重量	20
§ 2.2 物质的比重	25
§ 2.3 物质的三态	31
§ 2.4 固体的弹性	32
§ 2.5 压强	37
3. 液体和气体的一些性质	45
§ 3.1 液体和气体对压强的传递	45
§ 3.2 液体的压强	51
§ 3.3 连通器及其应用	59
§ 3.4 大气压强	64
§ 3.5 气压计	66
§ 3.6 阿基米德定律	68

§ 3.7 物体的浮沉	71
4. 匀速直线运动	84
§ 4.1 机械运动	84
§ 4.2 质点的运动	86
§ 4.3 路程和位移	88
§ 4.4 匀速直线运动	90
§ 4.5 匀速直线运动的路程图线和速度图线	96
§ 4.6 运动的合成 路程的合成	105
§ 4.7 速度的合成	110
5. 变速直线运动	118
§ 5.1 变速直线运动 平均速度 即时速度	118
§ 5.2 匀变速直线运动 加速度	122
§ 5.3 匀加速直线运动的速度和路程	126
§ 5.4 匀减速直线运动的速度和路程	133
§ 5.5 匀加速直线运动的速度图线	135
§ 5.6 匀减速直线运动的速度图线	139
§ 5.7 自由落体运动	144
§ 5.8 竖直上抛运动	147
6. 牛顿第一运动定律	161
§ 6.1 牛顿第一运动定律	161
§ 6.2 几种常见的力	164
§ 6.3 共点力的合成	174
§ 6.4 共点力的分解	180
7. 牛顿第二运动定律	190
§ 7.1 牛顿第二运动定律	190

§ 7.2 质量和重量 密度和比重	197
§ 7.3 力学单位制	203
8. 牛顿第三运动定律	212
§ 8.1 作用力和反作用力	212
§ 8.2 牛顿第三运动定律	213
§ 8.3 受力分析 隔离法	217
§ 8.4 牛顿运动定律的局限性	231
9. 物体的平衡	238
§ 9.1 物体在共点力作用下的平衡条件	239
§ 9.2 力矩	253
§ 9.3 有固定转轴的物体的转动平衡条件	259
§ 9.4 物体在平行力作用下的平衡条件	264
§ 9.5 物体在一般平面力作用下的平衡条件	270
§ 9.6 平行力的合成	275
§ 9.7 重心	280
§ 9.8 物体平衡的种类 稳度	286
10. 简单机械	295
§ 10.1 机械的功的原理	295
§ 10.2 机械效率和机械利益	300
§ 10.3 杠杆类简单机械	302
§ 10.4 杠杆类简单机械的组合	310
§ 10.5 斜面类简单机械	318
11. 机械能	329
§ 11.1 功	329
§ 11.2 功的计算 正功和负功	331
§ 11.3 功的图示	337

§ 11.4	功率	339
§ 11.5	能 动能 动能定理	343
§ 11.6	重力势能和弹性势能	351
§ 11.7	重力的功	356
§ 11.8	机械能守恒定律	360
§ 11.9	功能原理 能的转变和能量守恒定律	368
12.	冲量 动量 动量守恒定律	377
§ 12.1	冲量 动量	377
§ 12.2	动量定理	382
§ 12.3	动量守恒定律 反冲运动	395
§ 12.4	弹性碰撞和非弹性碰撞	407
13.	曲线运动 转动	416
§ 13.1	物体作曲线运动的条件	416
§ 13.2	平抛运动	420
§ 13.3	斜抛运动	427
§ 13.4	圆周运动	437
§ 13.5	向心力和向心加速度	440
§ 13.6	向心力	446
§ 13.7	离心力 离心现象	455
§ 13.8	皮带传动和齿轮传动	462
14.	万有引力	474
§ 14.1	行星的运动	474
§ 14.2	万有引力定律	476
§ 14.3	重力加速度随高度的变化	482
§ 14.4	人造卫星	485
15.	流体的流动	491

§ 15.1	理想流体	491
§ 15.2	稳流 连续性原理	493
§ 15.3	流线	496
§ 15.4	流动液体中的压强	499
§ 15.5	液流和气流的空间作用	501
§ 15.6	物体在流体中受到的阻力	504
§ 15.7	飞机的举力	507
§ 15.8	麦格努斯效应	510
总复习题		514
习题答案		520
附录一 本书主要物理量和单位		530
附录二 本书重要常数		531

基本量的量度

在日常生活中，我们常常要进行各种量度。例如买布要量长短，赛跑要计时间，购买粮食也得称量它的多少。

无论量度什么，都必须定个标准。你要量你的身長吗？你就要用一根尺，而尺上的刻度就是按照一定的长度标准刻好的。你要知道你完成某一件工作用了多少

量度就是将待 测量与标准量 进行比较

时间，你就得有一只钟或表，钟或表上的刻度也是按照一定的时间间隔标准刻好的。所以每一种量度都各有一个规定的可以客观衡量的标准，这个标准叫做单位。量度就是把一个要测定的量（待测量）跟这种量的单位进行比较，看它是单位的多少倍。例如你的身長是 1.8 米，那就是你的身長是长度单位 1 米的 1.8 倍。你完成某一件工作的时间是 45 秒，那就是你完成这件工作所需的时间是时间单位 1 秒的 45 倍。

量度的结果必须写明单位。如果你量一个物体的长度只写“20”，那么谁能知道它究竟是 20 米、20 尺还是 20 寸呢？所以一个量度的结果，不能只写数值，必须写明单位，否则就没有实际意义。

量度还必须精确。好比裁剪衣服，尺寸量不准，做出来的衣服必然不合身。量度的精确度在现代生产和科学技术中显得更加重要，一架机器的零件尺寸不准确，很可能装配不起来，更不用说机器正常运转了。发射人造地球卫星，要使它准确地进入预定的轨道，必须严密地进行各种测量和

计算,最后一级火箭的速度如果差错千分之二,卫星就要偏离预定轨道十万里之多!

物理学是一门自然科学.要研究自然现象首先要观察自然现象,要观察就得用各种不同的仪器来测量,来量度.学习物理,不仅要懂得量度的道理,还应学会正确量度的方法和技术,这样才能认识自然和改造自然.

物理学中常见的基本量有三种,就是长度、质量和时间,本章将一一讨论这三种基本量的量度.

§1.1 长度的量度

长度的单位

长度的基本单位是“米”

国际通用的长度单位是米.这个单位是怎样规定的呢?国际上最初是以通过法国巴黎的地球子午线,从赤道到北极的那一段弧长的一千万分之一作为1米.为了便于实际应用,又用性质稳定的含有90%铂和10%铱的合金制成一根标准米尺,称为国际米原器,保存在巴黎的国际计量局里.为了方便,许多国家都有它的副型(复制品).米原器的横截面呈X形,它的凹槽两端各刻有三条很细并靠得很近与棒长垂直的平行标线.在 0°C 时两端中间标线之间的距离就是1米(图1.1).

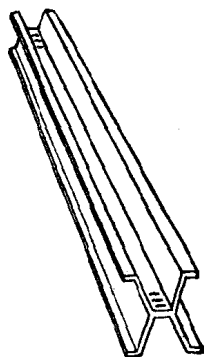


图1.1 国际米原器

用米原器作为1米的标准是有缺点的,例如它可能变形,甚至可能损坏而失去标准.随着科学的进步米原器就显得陈旧了,它的两条标线之间的精密度越来越不能满足现代科学技术

精密测量的要求。1960年，国际计量会议决定以氪原子发射的桔红色光的波长作为长度标准，把氪86发射桔红色光的波长的1650763.73倍规定为1米。它既不会变形，又不会损坏，而且在任何地方都是能够使它重现的，这样规定的标准米精密度要高得多。

下面是自然界里一些长度的实例(单位是米)：

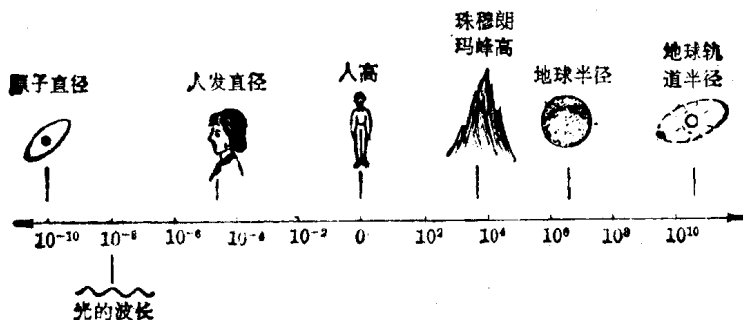


图 1.2

由于实际测量的需要，除了把米作为长度的基本单位外，其它的长度单位还有千米、分米、厘米、毫米等。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 千米(公里)} = 1000 \text{ 米(公尺)}$$

$$1 \text{ 米(公尺)} = 10 \text{ 分米}$$

$$1 \text{ 分米} = 10 \text{ 厘米}$$

$$1 \text{ 厘米} = 10 \text{ 毫米}$$

$$1 \text{ 毫米} = 1000 \text{ 微米}$$

我国也采用国际通用长度单位。由于历史、习惯等原因，目前还保留里、丈、尺、寸等长度单位。

$$1 \text{ 里} = 150 \text{ 丈}$$

$$1 \text{ 丈} = 10 \text{ 尺}$$

$$1 \text{ 尺} = 10 \text{ 寸}$$

它们和国际通用长度单位米的基本关系是：

$$1 \text{ 米} = 3 \text{ 尺}, \text{ 或 } 1 \text{ 尺} = \frac{1}{3} \text{ 米}$$

测量长度的基本工具

测量要有适当的量具和正确的方法

测量长度的基本工具有刻度尺，最常用的刻度尺有直尺和卷尺(图 1·3)。卷尺不仅携带方便，还可量一些较长的长度，如房门的高度，操场的长度或宽度等。

用刻度尺测量物体的长度时，先使尺上的零刻度跟被量物体的一端对齐，物体另一端对齐的刻

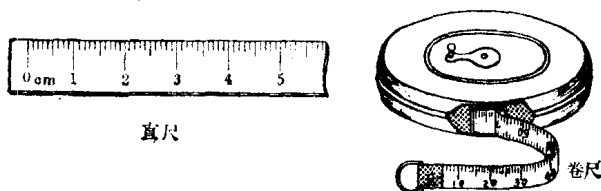


图 1·3 刻度尺

度就表示量度的结果。也可以照图 1·4 那样来量。一般直尺最小刻度是 0.1 厘米，由图可以看出，测得长度的结果是

$$13.9 \text{ 厘米} - 10 \text{ 厘米} = 3.9 \text{ 厘米}.$$

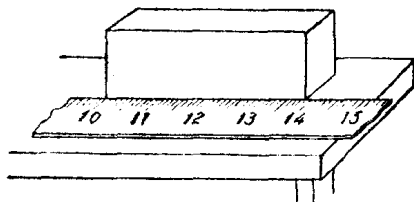


图 1·4 用直尺量物体的长度

下面是两种经常出现的错误的测量方法。图 1·5 表示尺放斜了，图 1·6 右

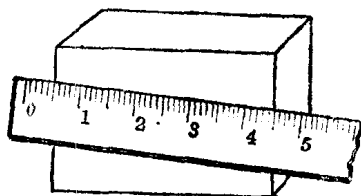
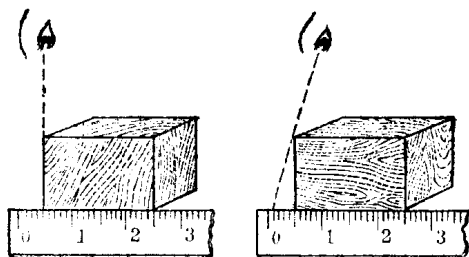


图 1·5 尺放斜了

图表示眼睛位置放得不对，左图表示眼睛位置放得正确。

因为一般直尺最小刻度是 1 毫米，如果要求精确到十分之几毫米，那么



眼睛的位置放得正确 眼睛的位置放得不对

图 1-6

就应该使用游标卡尺，它主要由尺身、游标、卡脚三部分组成(图 1-7)。

尺身上的最小刻度是毫米。游标上刻度是把 9 毫米的长度分成 10 个等分，1 个等分就是 $9 \text{ 毫米} \div 10 = 0.9 \text{ 毫米}$ 。当游标卡尺的卡脚合在一起时，游标上的零线与尺身上的零线相重合，游标上的第一条刻线比尺身上的第一条刻线“短”0.1 毫米，游标上的第二条刻线比尺身上的第二条刻线“短”0.2 毫米，……，游标上最后的第十条刻线才与尺身上的第九条刻线相重合(图 1-7)。

使用游标可以较精确地测出小于 1 毫米的长度

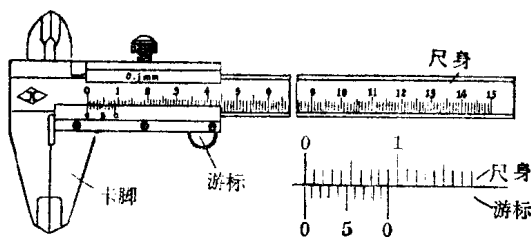


图 1-7 游标卡尺。

使用时，张开卡脚，把被测物体松紧适当地夹在两卡脚之间。如果被测物体使两卡脚张开 0.1 毫米时，则游标上第一条刻线与尺身上第一条刻线相重合，这时就读作 0.1 毫米。如果被测物体使两卡脚张开 0.2 毫米时，则游标上

第二条刻线与尺身上的第二条刻线相重合, 这时读作 0.2 毫米. 依此类推. 所以, 用游标卡尺测量物体的长度时, 毫米数可以从尺身上直接读出, 十分之几的毫米数可以从游标上与尺身上相重合的某刻线读出. 图 1.8 表示被测零件的宽度是 5.2 毫米.

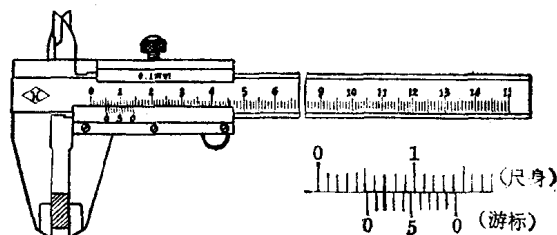
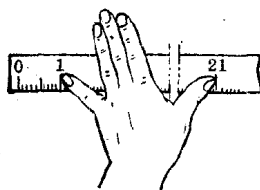


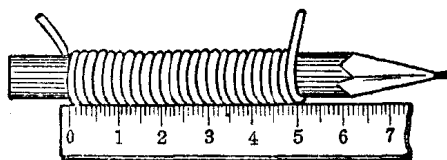
图 1.8 被测零件的宽度是 5.2 毫米

习 题 1.1

1. 如果说: 这本物理书长 18.4, 宽 12.8, 或某人的身高是 1.54 有意义吗? 为什么?
2. 量一下常见东西的长度, 例如: 你的手指、手臂、铅笔、或各种硬币的直径.
3. 用下面的方法测定自己一步的平均距离: 先沿鞋的前端(或后端)在地上做一记号, 向前走 20~30 步, 再沿鞋的前端(或后端)在地上做一记号, 用卷尺量出这两个记号之间的距离, 用步数去除, 就得到你自己一步的平均距离. 用这个平均距离来估算一下你家到学校或你工作单位的距离.
4. 如附图所示, 量出你的拇指与小指间的距离. 用这个距离量出桌子的长度, 然后用直尺来量, 比较两次所得的结果.
5. 如附图所示, 这是测量铜丝直径的一种方法. 图中铜丝的直径等于多少厘米? 再用游标卡尺来量一下, 比较两次所得的结果.



(第 4 题)



(第 5 题)