



数理化自学丛书

物理

第一册

徐昌权 周礼平 编

数理化自学丛书

物

理

(第一册——力学)

徐昌权 周礼平 編

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书系統地介紹了物理学中最为重要的基础知識——力学,从研究基本物理量的量度和物体的一般性质开始,分析了物体的各种运动和机械能的轉变与守恒定律;并且在研究固体一般运动的基础上,叙述了流体的力学性质、振动和波以及声学等,深广度相当于現在中学物理課本的水平。此外,为了便于同学自学起見,书中除了包括大量例题、习题、复习題外,在每章后面还附有“本章提要”,以供复习巩固之用。

本书可供具有相当于初中三年級以上文化水平的青年自学之用。

数理化自学丛书

物 理

(第一冊——力学)

徐昌权 周胤平 編

上海科学技术出版社出版(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

上海大东集成联合印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1168 1/32 印張 13 8/32 排版字数 327,000

1964年5月第1版 1964年5月第1次印刷 印数 1—30,000

統一书号 T 13119·570 定价(七) 1.10 元

出版者的話

在我們国家里，有千千万万青年人正在从事劳动和工作，他們都希望在祖国的社会主义和共产主义建設中貢獻出力量，迫切要求学习科学文化知識以适应国家建設日益发展的需要。

这套自学丛书的出版，就是为满足广大讀者学习数理化基础知識的需要。三門学科共出书十七册：数学有代数四册、平面几何二册，三角、立体几何、平面解析几何各一册；物理和化学各四册。具有高小毕业以上程度的讀者认真学好这套书，这三門学科的知識可基本上达到高中毕业的水平。

为照顾自学的特点，在編写中尽可能把重点、难点和关键性的內容讲深讲透；尽可能多举些例题，分析引导，使解题有所启发；尽可能把物理的、化学的現象描述得詳尽些以补缺少实验的不足。总之，想尽可能减少自学中的困难。

一个人自学的時間总是比在校学习的時間长得多，要自学有成就，必須多想多練，更要持之以恒，鍥而不舍，也就是見到难处，抓住不放，不是知难而退。

学习必須从自己的实际水平出发。学一門学科要有一定的基础，选讀順序要根据前言的指导。希望循序漸进、踏踏实实地学习，一步不懂，不要跨第二步。刻苦自学，学有成就者不乏其人，愿广大讀者努力学好。

这套丛书由黃丹籬、楊榮祥、余元希、楊逢挺、桂君協等同志負責主編。由于这是新的工作，經驗不足，难免有缺点或錯誤，希望讀者批評指教！

一九六三年七月

編者的話

物理学一般分为力学(包括声学在内)、热学和分子物理学、电磁学、光学及原子物理学五部分。力学是物理学的基础,在以后各部分的学习中都要用到它。

本书是物理学第一册。它从研究基本物理量的量度和物体的一般性质开始,分析了物体的各种运动、运动定律和机械能的转变与守恒定律;并在研究固体一般运动的基础上,讨论了流体的力学性质、振动和波以及声学等。本书的深广度相当于现在中学物理课本的水平。

考虑到“物体的平衡”和“简单机械”这两部分内容在一般中学教科书中讲得较为简单,为了便于读者自学起见,我们把它們分别单独列为一章。此外,对某些经常容易混淆不清的概念如压力和压强、重量和质量以及密度和比重等,在不同程度上作了比较全面和详尽的分析,使读者更容易理解。

学习本书必须具备一定的平面几何和初等代数、三角等方面的基础知识。为了使读者逐步获得解题的技能与技巧和独立分析问题的能力,书中列举了一些例题,也附了许多习题。此外,在每章末还附有“本章提要”,作为复习巩固之用。书末所附习题答案,仅供读者查对,解题时必须独立思考,完成作业,不要先看答案凑答案。排成小号字的内容可以由读者选择阅读。

物理学是一门实验科学,要求读者对书上所描述的实验仔细阅读,懂得其中的道理和步骤。有些简单的实验,如固体的比重、弹簧秤等也可以自己试试动手来做。

由于本书把高、初中两个阶段的内容合而为一，是一种新的嘗試，因此無論在內容安排上、深广度上都把握不大，希望讀者提出寶貴意見，以便再版時修改。

1963年11月

目 录

出版者的話

編者的話

第一章 基本量度.....1

§ 1.1 长度的量度2

§ 1.2 面积的量度5

§ 1.3 体积的量度6

§ 1.4 重量的量度9

§ 1.5 时间的量度13

§ 1.6 物质的比重13

本章提要18

复习题一19

第二章 固体的一些性质21

§ 2.1 物体的三态21

§ 2.2 力21

§ 2.3 固体的弹性和范性24

§ 2.4 压强28

本章提要31

复习题二32

第三章 液体和气体的一些性质33

§ 3.1 液体和气体对压强的传递. 水压机33

§ 3.2 液体的压强37

§ 3.3 连通器及其应用45

§ 3.4 大气压强50

§ 3.5 气压计51

§ 3.6 抽气机, 打气筒和抽水机54

§ 3.7 阿基米德定律56

§ 3.8 物体浮沉原理59

本章提要63

复习题三65

第四章 匀速直线运动66

§ 4.1 机械运动66

§ 4.2 质点的运动67

§ 4.3 路程和位移70

§ 4.4 匀速直线运动72

§ 4.5 匀速直线运动的速度图线
和路程图线77

§ 4.6 运动的合成84

§ 4.7 速度的合成和分解88

本章提要93

复习题四94

第五章 变速直线运动97

§ 5.1 变速直线运动的平均速度和即时速度97

§ 5.2 匀变速直线运动——加速度102

§ 5.3 匀变速直线运动的速度和路程105

§ 5.4 匀加速直线运动的速度图线111

§ 5.5 自由落体运动117

§ 5.6 竖直上抛运动121

本章提要125

复习题五127

第六章 牛顿第一运动定律128

§ 6.1 牛顿第一运动定律128

§ 6.2 力	130
§ 6.3 重力, 彈力, 摩擦	131
§ 6.4 力的合成	137
§ 6.5 力的分解	141
本章提要	146
复习题六	148
第七章 牛頓第二运动定律	150
§ 7.1 牛頓第二运动定律	150
§ 7.2 质量和重量, 密度和比重	154
§ 7.3 力学单位制	159
本章提要	165
复习题七	166
第八章 牛頓第三运动定律	168
§ 8.1 牛頓第三运动定律	168
§ 8.2 牛頓定律的适用范围	179
§ 8.3 动量和冲量, 动量定理	181
§ 8.4 动量守恒定律, 反冲运动	185
本章提要	188
复习题八	192
第九章 物体的平衡	194
§ 9.1 物体在共点力作用下的平衡条件	194
§ 9.2 有固定轉軸的物体的平衡条件, 力矩	202
§ 9.3 物体在平行力作用下的平衡条件	209
§ 9.4 物体在一般平面力作用下的平衡条件	212
§ 9.5 平行力的合成	215
§ 9.6 重心	219
§ 9.7 物体平衡的种类, 稳度	225
本章提要	229
复习题九	230
第十章 机械能	232
§ 10.1 功	232

§ 10.2 功率	237
§ 10.3 能, 动能	239
§ 10.4 重力势能	243
§ 10.5 机械能守恒定律	246
§ 10.6 功能原理, 能的轉变和能量守恒定律	250
本章提要	257
复习题十	258

第十一章 简单机械

§ 11.1 机械的功的原理	260
§ 11.2 机械效率和机械利益	262
§ 11.3 杠杆	264
§ 11.4 滑輪和輪軸	269
§ 11.5 斜面	277
§ 11.6 劈和螺旋	279
本章提要	283
复习题十一	284

第十二章 曲綫运动, 轉动

§ 12.1 物体作曲綫运动的条件, 速度的方向	285
§ 12.2 平抛物体的运动	287
§ 12.3 斜抛物体的运动	292
§ 12.4 匀速圓周运动	300
§ 12.5 向心力和向心加速度	302
§ 12.6 向心力和离心力	305
§ 12.7 离心机械	311
§ 12.8 固体的轉动	314
§ 12.9 皮帶傳动和齿輪傳动	317
本章提要	320
复习题十二	322

第十三章 万有引力定律

§ 13.1 行星的运动	324
§ 13.2 万有引力定律	325
§ 13.3 地球上物体重量的变化	329
§ 13.4 人造卫星, 第一宇宙速度	331
本章提要	332

复习题十三	333
第十四章 流体力学	334
§ 14.1 稳流, 連續原理	334
§ 14.2 流綫	337
§ 14.3 流动流体里的压强	339
§ 14.4 液流和气流的空间吸作用	341
§ 14.5 物体在流体中运动时所 受的阻力, 流綫体	344
§ 14.6 飞机的举力	345
本章提要	347
复习题十四	348
第十五章 振动和波	349
§ 15.1 簡諧振动	349
§ 15.2 振动的振幅、周期和頻 率	352
§ 15.3 振动的图綫	353
§ 15.4 单摆的振动	355
§ 15.5 单摆的振动定律	357
§ 15.6 阻尼振动	360
§ 15.7 受迫振动, 共振	361
§ 15.8 振动在物体中的傳播	365
§ 15.9 橫波	366
§ 15.10 纵波	371
§ 15.11 波长, 頻率和波速的关 系	375
本章提要	376
复习题十五	377
第十六章 声学	379
§ 16.1 声音的发生和傳播	379
§ 16.2 乐音的特性	381
§ 16.3 声波的反射	387
§ 16.4 声音的共鳴, 共鳴器	388
§ 16.5 超声波	389
本章提要	391
复习题十六	392
总复习题	393
习题答案	405

第一章 基本量度

本章要讲的基本量度包括长度、面积、体积、重量和时间的量度。在日常生活中，我們要常常进行各种量度。无论制造什么东西，例如木箱、书架、机械模型等，都要进行量度。讀者可能要問：学物理为什么一开始要学量度？这是因为物理学是研究自然现象的科学，要研究自然现象首先要观察自然现象，要观察就得用各式各样的仪器来测量，也就是要进行各式各样的量度。

不論量度什么，都必须有一个标准。例如你要知道你的身长多少，就得用一根尺来量，而尺上的刻度是按照一定的标准长度刻好的。你要知道你的体重多少，就得用秤来称，而秤上的刻度，也是按照规定的标准重量刻好的。所以每一个物理学中的量都有一个规定的标准，叫做这个物理量的标准单位。量度就是把一个要测定的量跟标准单位进行比较，看它是标准单位的多少倍。例如你的身长是1.7米，也就是长度标准单位1米的1.7倍。你的体重是60公斤，也就是重量标准单位1公斤的60倍。

量度的結果必須写明单位。如果你量一个物体的长度只写30，那么誰能知道它究竟是30丈、30尺还是30寸呢？所以一个量度的結果，不能只写数值，而必須写明单位才有实际意义。

量度必須精确。好比裁縫做衣服，尺寸量得不准，做出来的衣服必然不合身。又好比在生产上，机器内部的許多零件如齒輪、螺旋等，因为尺寸量不准而做得稍大了一些或者小了一些，就不能把机器装配起来。

研究物理学的人，不仅要懂得量度的道理，还要学会量度的技

米,否則就不能准确地了解自然現象。

§1:1 长度的量度

1. 长度的单位 国际通用的长度标准单位是1米。怎样的长度才是1米呢? 国际上的最初规定是: 以通过法国巴黎的地球

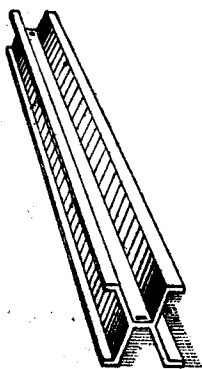


图1·1 国际米原器

子午线, 从赤道到北极的距离的一千万分之一, 作为1米。为了便于实际应用, 后来又用90% 铂和10% 铱的合金制成了一根标准米尺, 保存在巴黎的国际度量衡局里面, 称为国际米原器(图1·1)。米原器的横截面作X形, 在它的凹沟里靠近两端的地方各划一条横线, 与棒长垂直。规定在摄氏温度零度时, 这两条横线之间的距离为1米。现在我们日常用的米尺(即公尺), 就是以这个原器作为标准的。

以米为长度标准单位的计量制度, 称为公制或米制, 公制是国际通用的计量制度。公制中常用的其他长度单位有:

1公里(千米)=1000米(公尺); 1米(公尺)=10分米;

1分米=10厘米; 1厘米=10毫米; 1毫米=1000微米。

在日常生活中, 我们也常常用市制^①, 即用1市里、1市丈、1市尺、1市寸、1市分等长度单位。这里: 1市里=150市丈; 1市丈=10市尺; 1市尺=10市寸; 1市寸=10市分。它和米制的基本关系是:

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

^① 市制是以公制为基础结合我国民间习用名称而制定的计量制度。在1959年6月国务院公布确定以公制作为我国基本计量制度的同时, 规定仍旧保留市制。两种制度中的主要单位, 有着“一”、“二”、“三”的简单关系, 即1公升=1市升; 1公斤=2市斤; 1公尺=3市尺。

在习惯用法中,往往把“市”字略去,如把“1市尺”叫做“1尺”等等。

2. 测量长度的基本工具 测量长度的工具很多,其中直尺是最常用的一种。

直尺又叫做刻度尺,为着携带方便起见,可将它做成各种不同的形式,如折尺和卷尺等(图1·2)。它们的刻度单位和用法都是相同的。

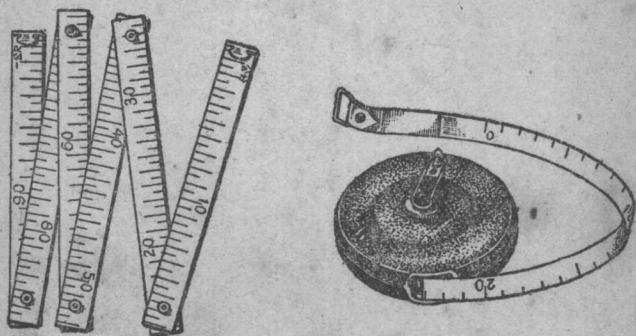


图1·2 折尺和卷尺

用刻度尺测量物体的长度时,先要使尺上的某一刻度跟被测量的物体的一端对齐,如图1·3中的10.0厘米,再读出跟物体另一端相符合的刻度,如图1·3中的13.9厘米。这样,这个物体的长度就是 $13.9 \text{ 厘米} - 10.0 \text{ 厘米} = 3.9 \text{ 厘米}$ 。

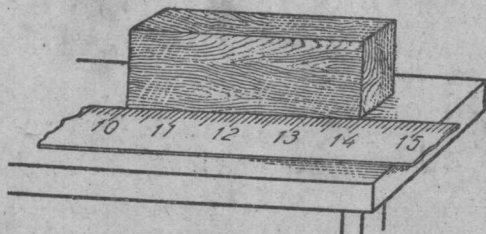


图1·3 用刻度尺测量物体的长度

一般刻度尺的最小刻度是1毫米,如果要测量到十分之几毫

米,那么就只能根据肉眼观察来估计。

下面是两种经常出现的错误的测量方法,读者必须注意。图 1.4 表示尺放斜了,图 1.5 的左面表示读左边一端的刻度时眼睛的位置放得对,右面表示眼睛的位置放得不对。

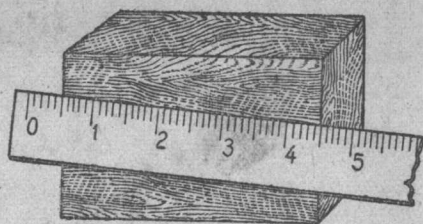
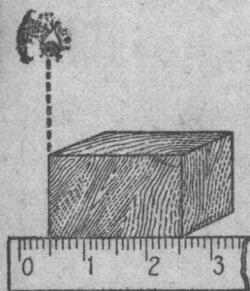
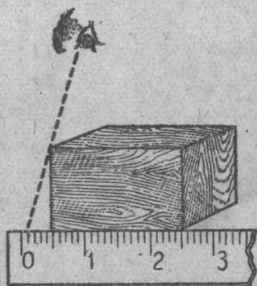


图 1.4 尺放斜了



眼睛的位置放得对



眼睛的位置放得不对

图 1.5

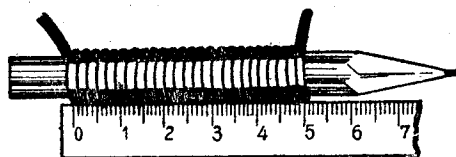
习 题 1.1

1. 假使我說:我們这本物理书长 20.0, 寬 13.6, 你以为怎样? 你能說我身長 1.54 嗎? 为什么这两种說法都不对? 缺了一些什么?

2. 量一量你常見的东西的长度,例如:你的手指、手臂、鉛笔、橡皮、刀片,……。你能否用你的手来表示 1 厘米和 1 米大約为多少长?

3. 附图所示是测量銅絲直徑的一种方法,你能否估計一下图中銅絲的直徑等于多少厘米?

4. 用和上題相同的方法,你是否可以测量五分鋁币的直徑和厚度?



(第3題)

§1.2 面积的量度

测量物体的面积是以测量它的长度为基础的。我們規定边长为1米的正方形面积作为面积的标准单位，叫做1米²（讀做1平方米，其余都类推）。在米制中，面积的单位还有：

$$1 \text{ 厘米}^2 = 100 \text{ 毫米}^2; 1 \text{ 分米}^2 = 100 \text{ 厘米}^2; 1 \text{ 米}^2 = 100 \text{ 分米}^2.$$

有規則形状的面积，可以按照求面积的公式計算出来。例如，长方形的面积 = 长 × 寬，三角形的面积 = $\frac{1}{2}$ 底 × 高，圓的面积 = $\pi \times \text{半徑}^2$ 。所以你如果要知道书桌的面积，可以先量出桌子的长度和寬度，然后把测得两个数值相乘，就得到面积的大小。在实际計算时，长度和寬度只能用同一种长度单位。如果你用的长度单位是1米，那么寬度的单位也应该用1米，于是得到的面积就是1米²；如果你用的长度单位是1厘米，那么寬度的单位也应该用1厘米，于是得到的面积就是1厘米²，这一点千万不可弄錯。

对于不規則形状的面积，一般是这样来测量的：把图形放在方格紙上，描下要测量的面积的輪廓（图1.6）。数一下图形里面所

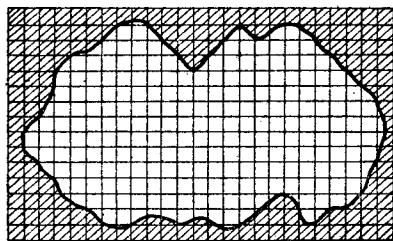


图1.6 不規則面积的計算

包括的小方格的数目,对于图形边缘上不滿一小格的各部分,采用大于半小格的和小于半小格的凑作一小格計算。把小方格的总的数目乘上每一小格的面积,就是所要求的面积了。

习 題 1.2

1. 用尺測量这本书的面积。假使我說这本书的面积是 215.4,你看这种讲法对不对? 还缺少一些什么沒有讲?
2. 在小方格子上描出你的手的輪廓,計算它的面积。
3. 先估計一下你家里的床、桌子等的面积,然后用尺进行測量,計算出它們的实际面积,看一看估計与計算的結果差多少。要做到对 1 米²、1 厘米²这种面积的大小心中有数。

§1.3 体 积 的 量 度

体积的单位也是从长度单位导出来的。和面积一样,它是以边长为 1 米的正立方体作为体积的标准单位,叫做 1 米³ (讀做 1 立方米,其余都类推)。在米制中,体积的单位还有:

$$1 \text{ 厘米}^3 = 1000 \text{ 毫米}^3;$$

$$1 \text{ 分米}^3 = 1000 \text{ 厘米}^3;$$

$$1 \text{ 米}^3 = 1000 \text{ 分米}^3;$$

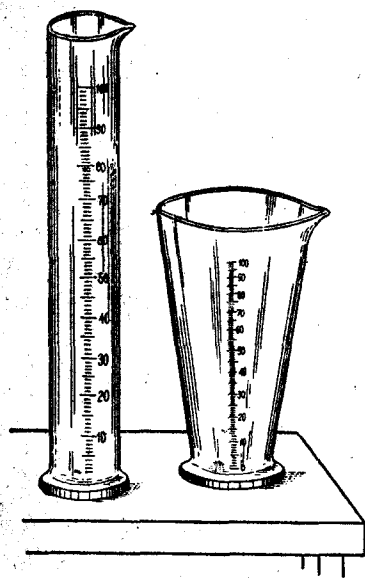


图 1.7 量筒和量杯

有規則形状的体积可以按照求体积的公式計算出来。例如,长方形的体积=长×寬×高,球的体积= $\frac{1}{6} \pi \times \text{直径}^3$ 。和前面面积的量度一样,在实际計算时要注意长度、寬度和高度只能用同一种长度单位。

对于不规则形状的固体体积的测定,要用液体和量筒来进行,下面我们来讲一讲这种方法。

液体沒有一定的形状,要测量液体的体积,必須把液体倒在带有刻度的容器里,这种容器叫做量筒或量杯(图1·7)。筒壁或杯壁上带有刻度,标明立方厘米的数目。

容器的容量单位通常用1升来表示, $1\text{升}=1\text{分米}^3=1000\text{厘米}^3$ 。

把液体倒入量筒或量杯里,看它升高到哪个刻度,也就是要看液面和容器壁上哪个刻度相符合,这样,就可以讀出液体的体积。不过讀的时候眼睛必須跟液面水平对齐(图1·8),否則要发生錯誤。

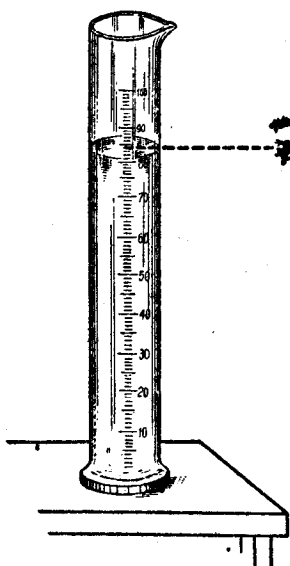


图1·8 用量筒测定液体体积时,眼睛要跟液面对齐

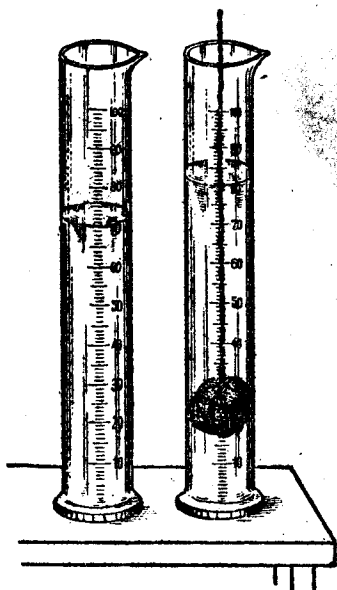


图1·9 量度不规则固体的体积

形状不规则的固体的体积,只要它比水(或某种液体)重,并且不吸收水(或某种液体)也不溶解于水(或某种液体),就可以用量筒或量杯来测量。如果物体不太大,可以直接把它放在量筒或量杯

里。如图 1.9 那样，先在量筒里面放一些水（假定我們用水，而不用其他液体），記下水面所在的刻度，然后把物体放入，并使它完全浸沒在水中；这时水面升高了，再記下这个刻度。这样，两次讀数的相差，就是这个固体的体积。

如果物体比較大，量筒里放不下，可以用一只較大的旁边附有小开管的溢杯（图 1.10）。量度时，先在杯子里面放一些水，水面要剛好在小开管的下面（也就是再多放一点水就要从小开管中流出来）。然后把物体放入溢杯里，并使它完全浸沒在水中，这时水就要从小开管流到旁边的量杯中去。流入量杯里的水的体积，就是这个固体的体积。

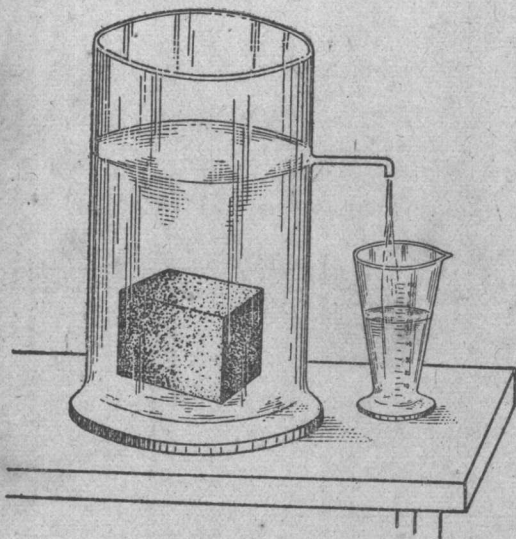


图 1.10 量度較大固体的体积

习 題 1.3

1. 用厚紙来做一个体积为 1 立方厘米的正立方体。
2. 估計一下你用的书、桌子等的体积，然后測量它們的长、寬和高，計算出它們的体积，看一看估計与計算的結果差多少？