目　录

重印说明

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……7
§1·4 重量的量度……10
§1·5 时间的量度……14
§1·6 物质的比重……15
本章提要……20
复习题一……22

第二章　固体的一些性质…24

§2·1 物体的三态……24
§2·2 力……24
§2·3 固体的弹性和范性……27
§2·4 压强……32
本章提要……35
复习题二……36

第三章　液体和气体的一些性质……38

§3·1 液体和气体对压强的传递.水压机……38
§3·2 液体的压强……42
§3·3 连通器及其应用……52
§3·4 大气压强……57
§3·5 气压计……59
§3·6 抽气机,打气筒和抽水机……61
§3·7 阿基米德定律……64
§3·8 物体浮沉原理……67
本章提要……72
复习题三……73

第四章　匀速直线运动……75

§4·1 机械运动……75
§4·2 质点的运动……77
§4·3 路程和位移……80
§4·4 匀速直线运动……82
§4·5 匀速直线运动的速度图线和路程图线……87
§4·6 运动的合成……95
§4·7 速度的合成和分解……100
本章提要……105
复习题四……107

第五章　变速直线运动……109

§5·1 变速直线运动的平均速度和即时速度……109
§5·2 匀变速直线运动——加速度……114
§5·3 匀变速直线运动的速度和路程……118
§5·4 匀加速直线运动的速度图线……125
§5·5 自由落体运动……132
§5·6 竖直上抛运动……136
本章提要……140

需要全本请访问 www.ertongbook.com

复习题五 ……142
第六章 牛顿第一运动定律……141
§6·1 牛顿第一运动定律……144
§6·2 力……147
§6·3 重力，弹力，摩擦力……147
§6·4 力的合成……155
§6·5 力的分解……159
本章提要 ……165
复习题六 ……167
第七章 牛顿第二运动定律……169
§7·1 牛顿第二运动定律……169
§7·2 质量和重量，密度和比重……174
§7·3 力学单位制……179
本章提要 ……185
复习题七 ……187
第八章 牛顿第三运动定律……189
§8·1 牛顿第三运动定律……189
§8·2 牛顿定律的适用范围……202
§8·3 动量和冲量，动量定理……203
§8·4 动量守恒定律，反冲运动……208
本章提要 ……213
复习题八 ……217
第九章 物体的平衡 ……219
§9·1 物体在共点力作用下的平衡条件……220
§9·2 有固定转轴的物体的平衡条件，力矩 ……229
§9·3 物体在平行力作用下的平衡条件……236
§9·4 物体在一般平面力作用下的平衡条件……240
§9·5 平行力的合成……243
§9·6 重心……248
§9·7 物体平衡的种类，稳度……255
本章提要 ……260
复习题九 ……261
第十章 机械能 ……263
§10·1 功……263
§10·2 功率……269
§10·3 能，动能 ……272
§10·4 重力势能……276
§10·5 机械能守恒定律……280
§10·6 功能原理，能的转变和能量守恒定律……284
本章提要 ……292
复习题十 ……293
第十一章 简单机械 ……295
§11·1 机械的功的原理……295
§11·2 机械效率和机械利益…298
§11·3 杠杆……300
§11·4 滑轮和轮轴……306
§11·5 斜面……315
§11·6 劈和螺旋……317
本章提要 ……322
复习题十一 ……323
第十二章 曲线运动，转动 …324

§12·1 物体作曲线运动的条件，速度的方向 ……324
§12·2 平抛物体的运动……326
§12·3 斜抛物体的运动……332
§12·4 匀速圆周运动……341
§12·5 向心力和向心加速度…343
§12·6 向心力和离心力……347
§12·7 离心机械……354
§12·8 固体的转动……357
§12·9 皮带传动和齿轮传动…360
本章提要 ……365
复习题十二 ……367
第十三章 万有引力定律 ……368
§13·1 行星的运动……368
§13·2 万有引力定律……369
§13·3 地球上物体重量的变化……374
§13·4 人造卫星，第一宇宙速度……376
本章提要 ……377
复习题十三 ……378
第十四章 流体力学 ……379
§14·1 稳流，连续原理 ……379
§14·2 流线……383
§14·3 流动流体里的压强……385
§14·4 液流和气流的空吸作用……387
§14·5 物体在流体中运动时所受的阻力，流线体 …391
§14·6 飞机的举力……392
本章提要 ……395
复习题十四 ……395
第十五章 振动和波 ……396
§15·1 简谐振动……396
§15·2 振动的振幅、周期和频率……400
§15·3 振动的图线……401
§15·4 单摆的振动……403
§15·5 单摆的振动定律……406
§15·6 阻尼振动……409
§15·7 受迫振动，共振 ……411
§15·8 振动在物体中的传播…415
§15·9 横波……417
§15·10 纵波 ……422
§15·11 波长，频率和波速的关系 ……426
本章提要 ……428
复习题十五 ……429
第十六章 声学 ……431
§16·1 声音的发生和传播……431
§16·2 乐音的特性……434
§16·3 声波的反射……440
§16·4 声音的共鸣，共鸣器 …442
§16·5 超声波……443
本章提要 ……445
复习题十六 ……446
总复习题 ……447
习题答案 ……460

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，我们常常要进行各种量度．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．读者可能要问：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．

不论量度什么，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．

量度的结果必须写明单位．如果你量一个物体的长度只写 30，那么谁能知道它究竟是 30 丈、30 尺还是 30 寸呢？所以一个量度的结果，不能只写数值，而必须写明单位才有实际意义．

量度必须精确．好比裁缝做衣服，尺寸量得不准，做出来的衣服必然不合身．又好比在生产上，机器内部的许多零件

如齿轮、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，还要学会量度的技术，否则他就不能准确地了解自然现象.

§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？国际上最初规定是：以通过法国巴黎的地球子午线，从赤道到北极的距离的一千万分之一，作为1米. 为便于实际应用，后来又用90%铂和10%铱的合金制成一根标准米尺，保存在巴黎的国际度量衡局里面，称为国际米原器(图1·1)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.

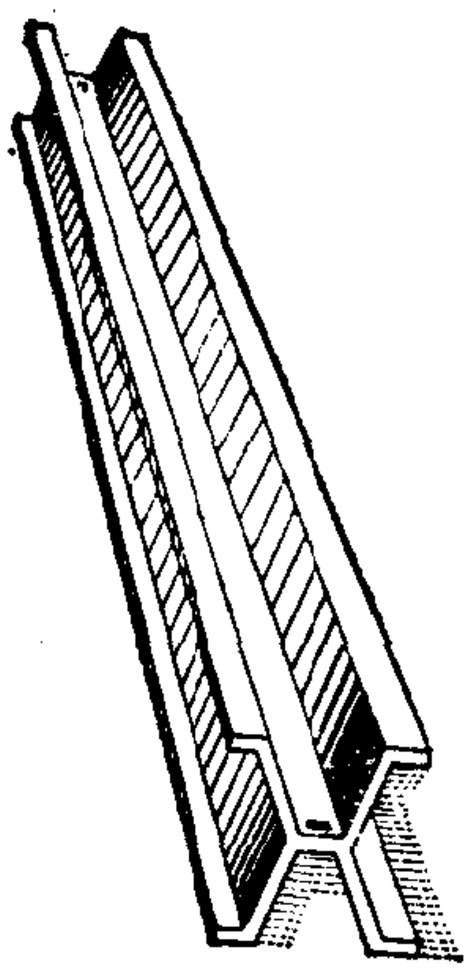


图1·1 国际米原器

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.

① 1971年国际计量局规定的世界通用长度单位米的定义如下：米，是氪^{86}原子的$2p_{10}$和$5d_5$能级之间跃迁的辐射在真空中波长的1650763.73倍，单位符号为m.

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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：

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

在习惯用法中，往往把“市”字略去，如把“1市尺”叫做“1尺”．

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．

用刻度尺测量物体的长度时，先要使尺上的某一刻度跟

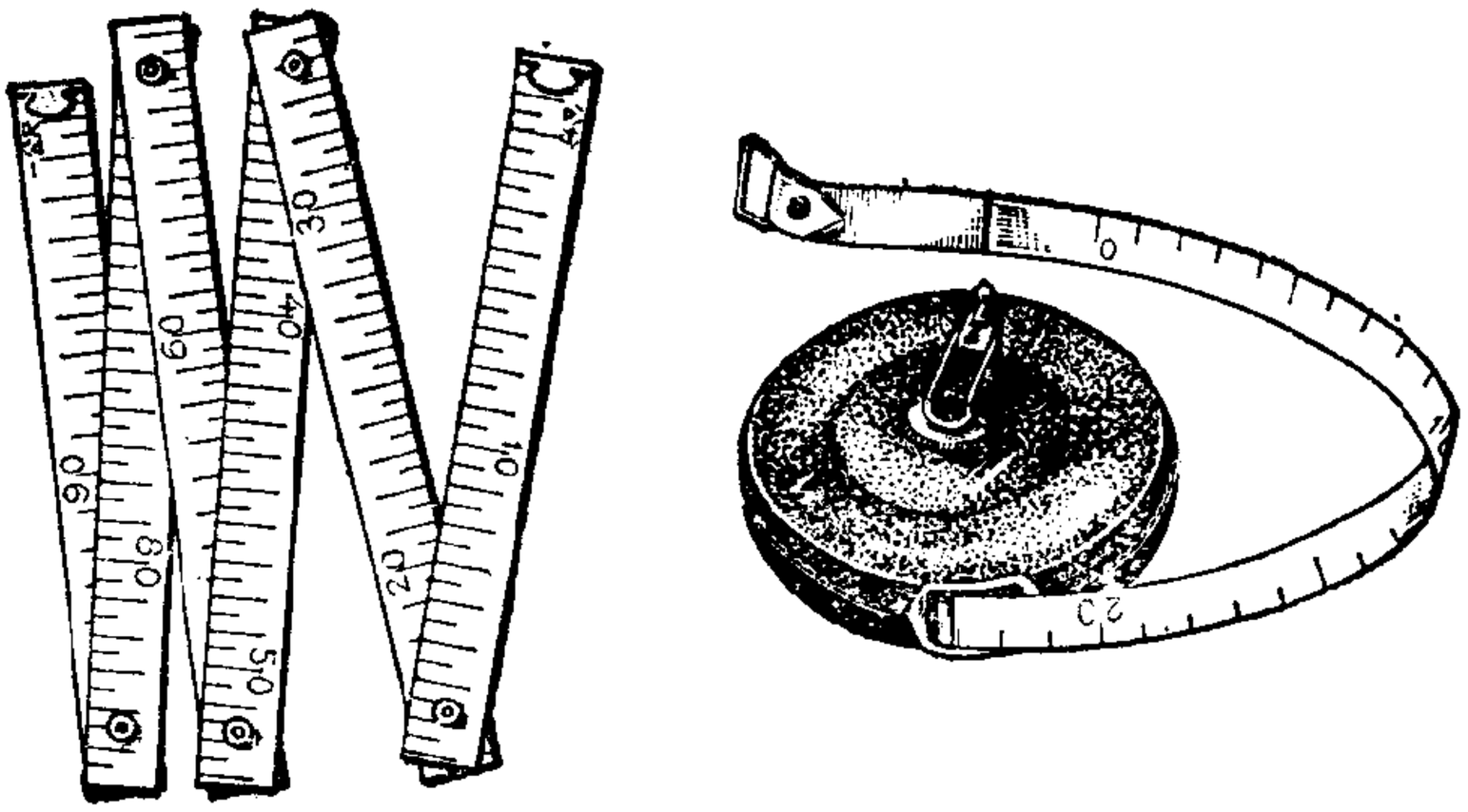


图1·2　折尺和卷尺

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．

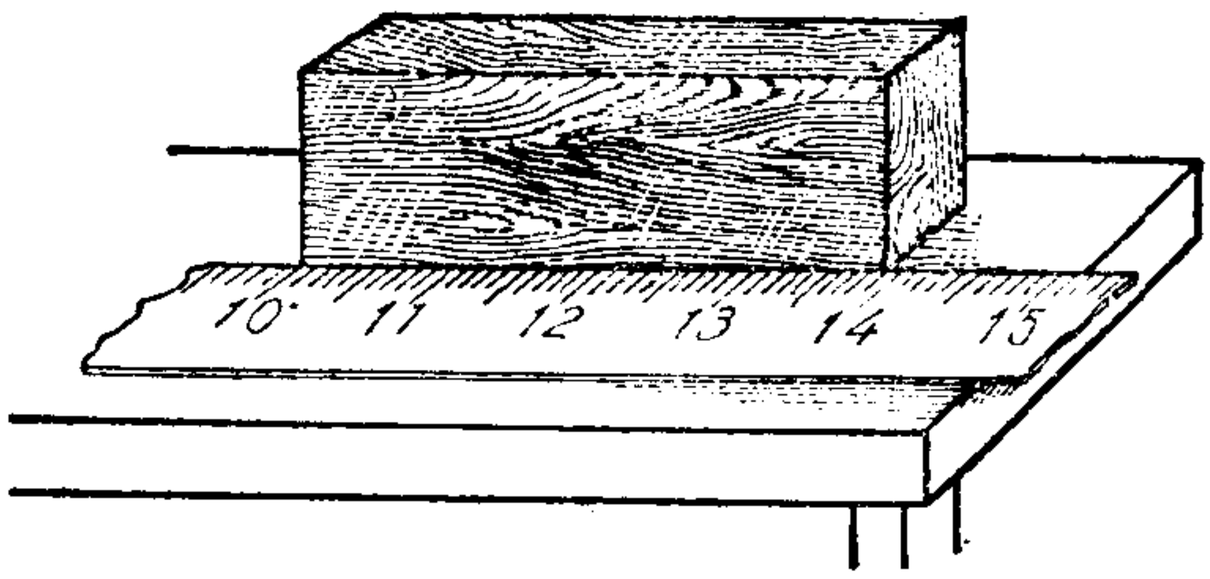


图 1·3　用刻度尺测量物体的长度

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 厘米－10.0 厘米＝3.9 厘米．

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

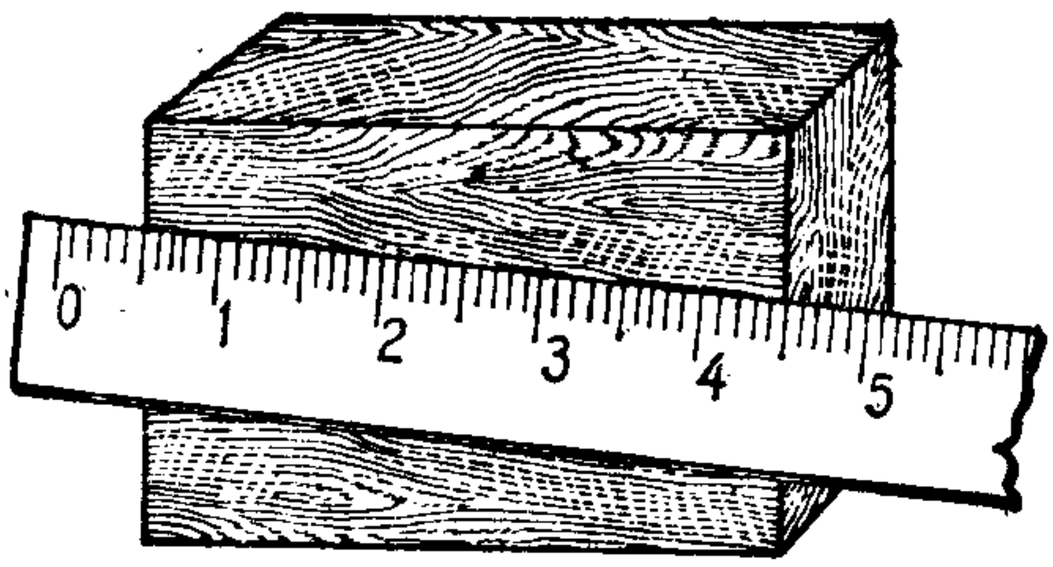
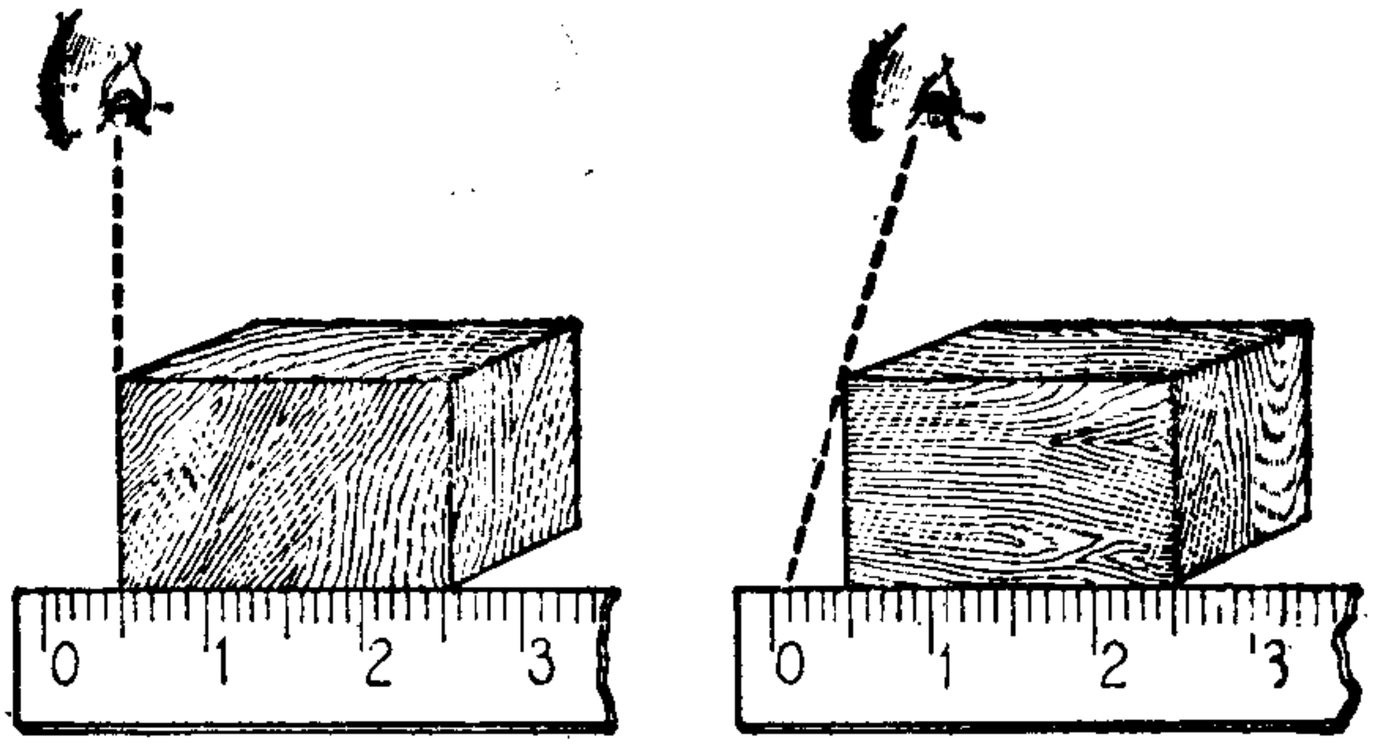


图 1·4　尺放斜了



眼睛的位置放得对　　眼睛的位置放得不对

图 1·5

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.

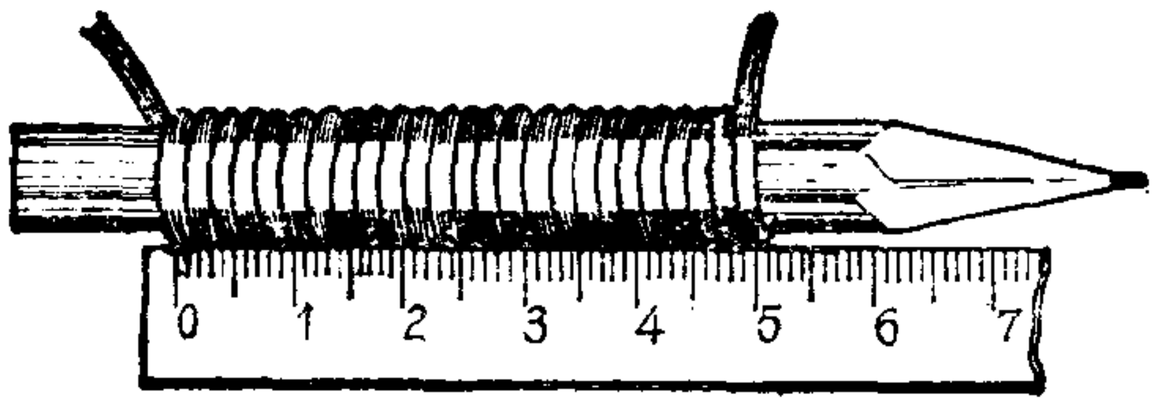
习 题 1·1

1. 假使我说:我们这本物理书长20.0，宽13.6，你以为怎样? 你能说我身长1.54吗? 为什么这两种说法都不对? 缺了一些什么?

2. 量一量你常见的东西的长度,例如:你的手指、手臂、铅笔、橡皮、刀片,…….你能否用你的手来表示1厘米和1米大约为多少长?

3. 附图所示是测量铜丝直径的一种方法，你能否估计一下图中铜丝的直径等于多少厘米?

4. 用和上题相同的方法，你是否可以测量五分铝币的直径和厚度?



(第3题)

§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. 我们规定边长为1米的正方形面积作为面积的标准单位，叫做1米^2(读做1平方米,其余都类推). 在米制中,面积的单位还有:

1厘米^2=100毫米^2;1分米^2=100厘米^2;

1米^2=100分米^2.

有规则形状的面积,可以按照求面积的公式计算出来.例如,长方形的面积=长×宽,三角形的面积=$\frac{1}{2}$底×高，圆的面积=π×半径^2. 所以你如果要知道书桌的面积，可以先量

出桌子的长度和宽度，然后把测得的两个数值相乘，就得到面积的大小．在实际计算时，长度和宽度只能用同一种长度单位．如果你用的长度单位是1米，那么宽度的单位也应该用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，那么宽度的单位也应该用1厘米，于是得到的面积就是1厘米^2，这一点千万不可弄错．

对于不规则形状的面积，一般是这样来测量的：把图形放在方格纸上，描下要测量的面积的轮廓（图1·6）．数一下图形里面所包括的小方格的数目，对于图形边缘上不满一小格的各部分，采用大于半小格的和小于半小格的凑作一小格计算．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．

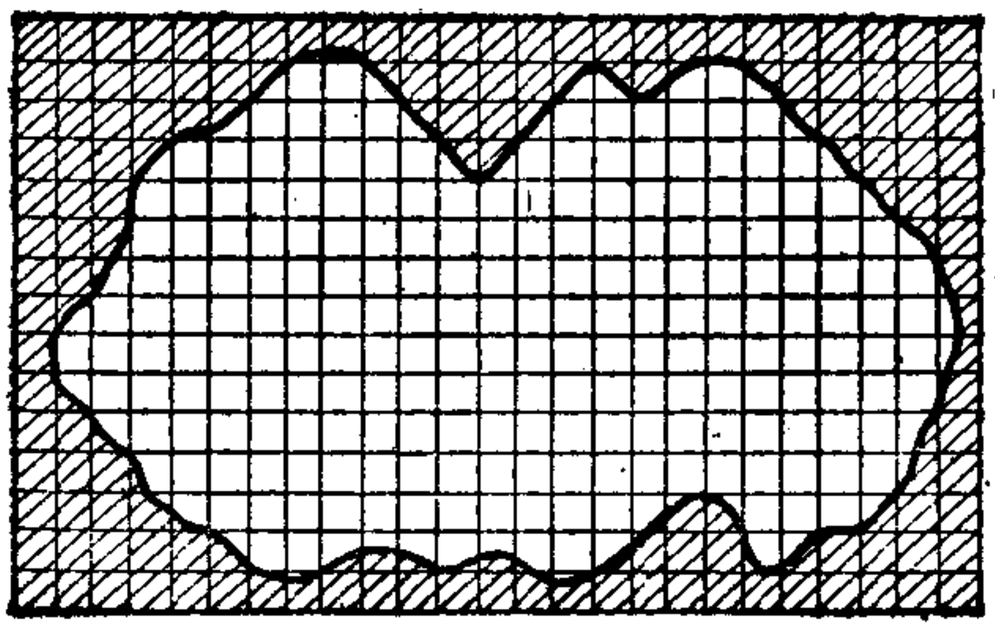


图1·6　不规则面积的计算

习　题　1·2

1．用尺测量这本书的面积．假使我说这本书的面积是215.4，你看这种讲法对不对？还缺少一些什么没有讲？

2．在小方格子上描出你的手的轮廓，计算它的面积．

3．先估计一下你家里的床、桌子等的面积，然后用尺进行测量，计算出它们的实际面积，看一看估计与计算的结果差多少．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米的正立方体积作为体积的标准单位，叫做1米^3（读做1立方米，其余都类推）. 在米制中，体积的单位还有：

1厘米^3 = 1000毫米^3；

1分米^3 = 1000厘米^3；

1　米^3 = 1000分米^3.

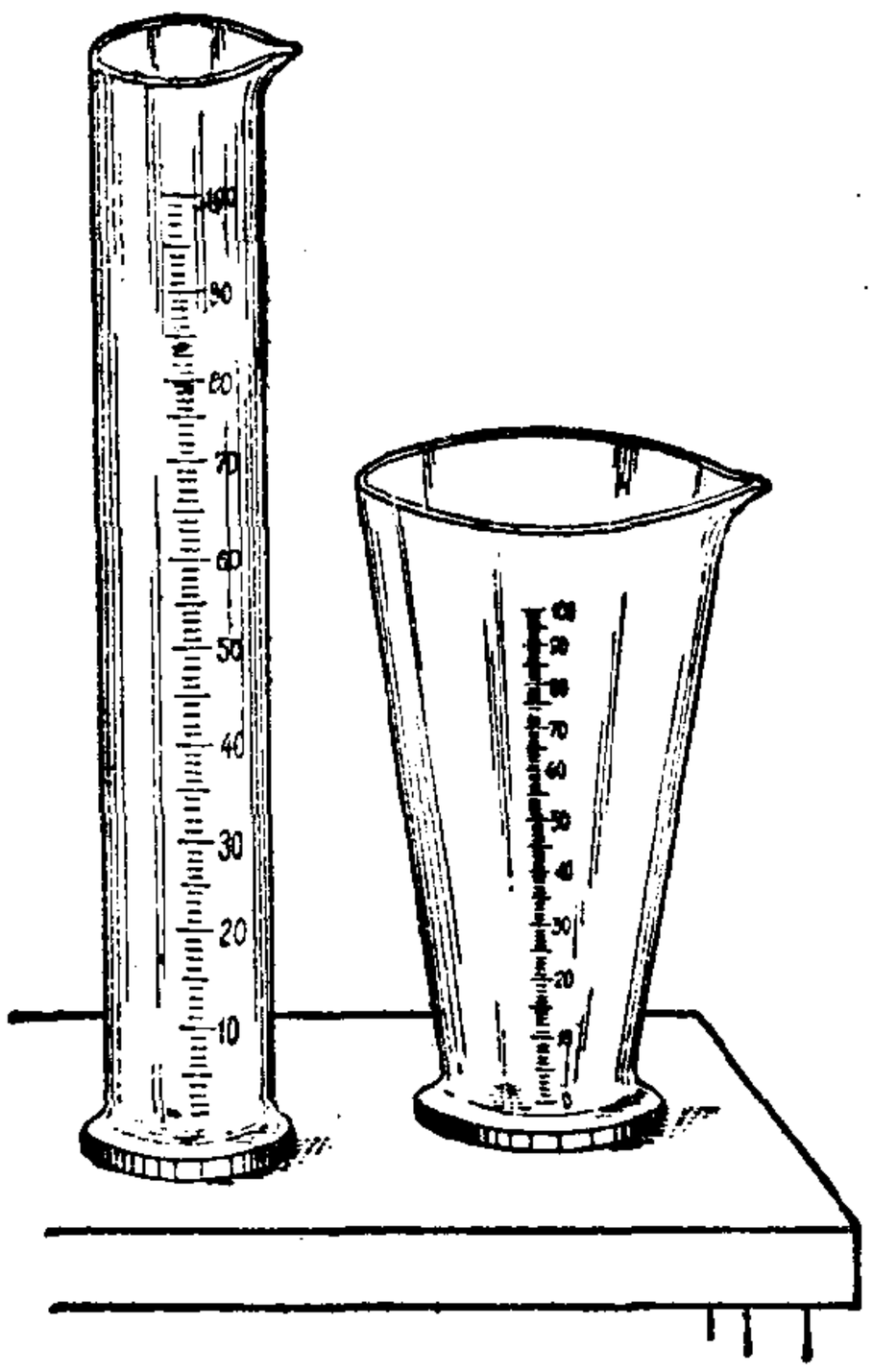


图1·7　量筒和量杯

有规则形状的体积可以按照求体积的公式计算出来. 例如，长方形的体积 = 长×宽×高，球的体积 = $\frac{1}{6}\pi$×直径^3. 和前面面积的量度一样，在实际计算时要注意长度、宽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，下面我们就来讲一讲这种方法.

液体没有一定的形状，要测量液体的体积，必须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升 = 1分米^3 = 1000

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，就可以读出液体的体积．不过读的时候眼睛必须跟液面水平对齐（图 1·8），否则要发生错误．

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（假定我们用水，而不用其他液体），记下水面所在的刻度，然后把物体放入，并使它完全浸没在水中；这时水面升高了，再

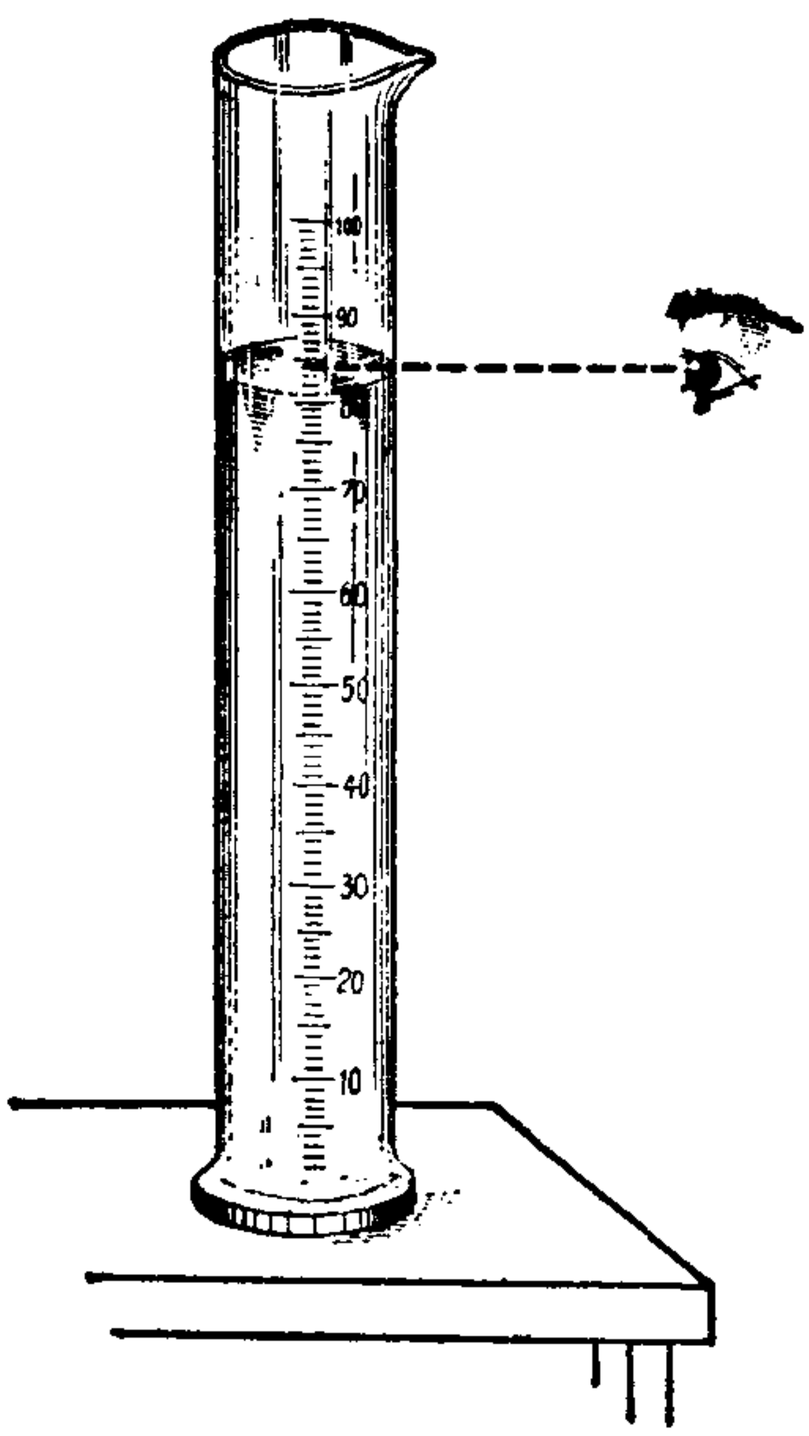


图 1·8　用量筒测定液体体积时，眼睛要跟液面对齐

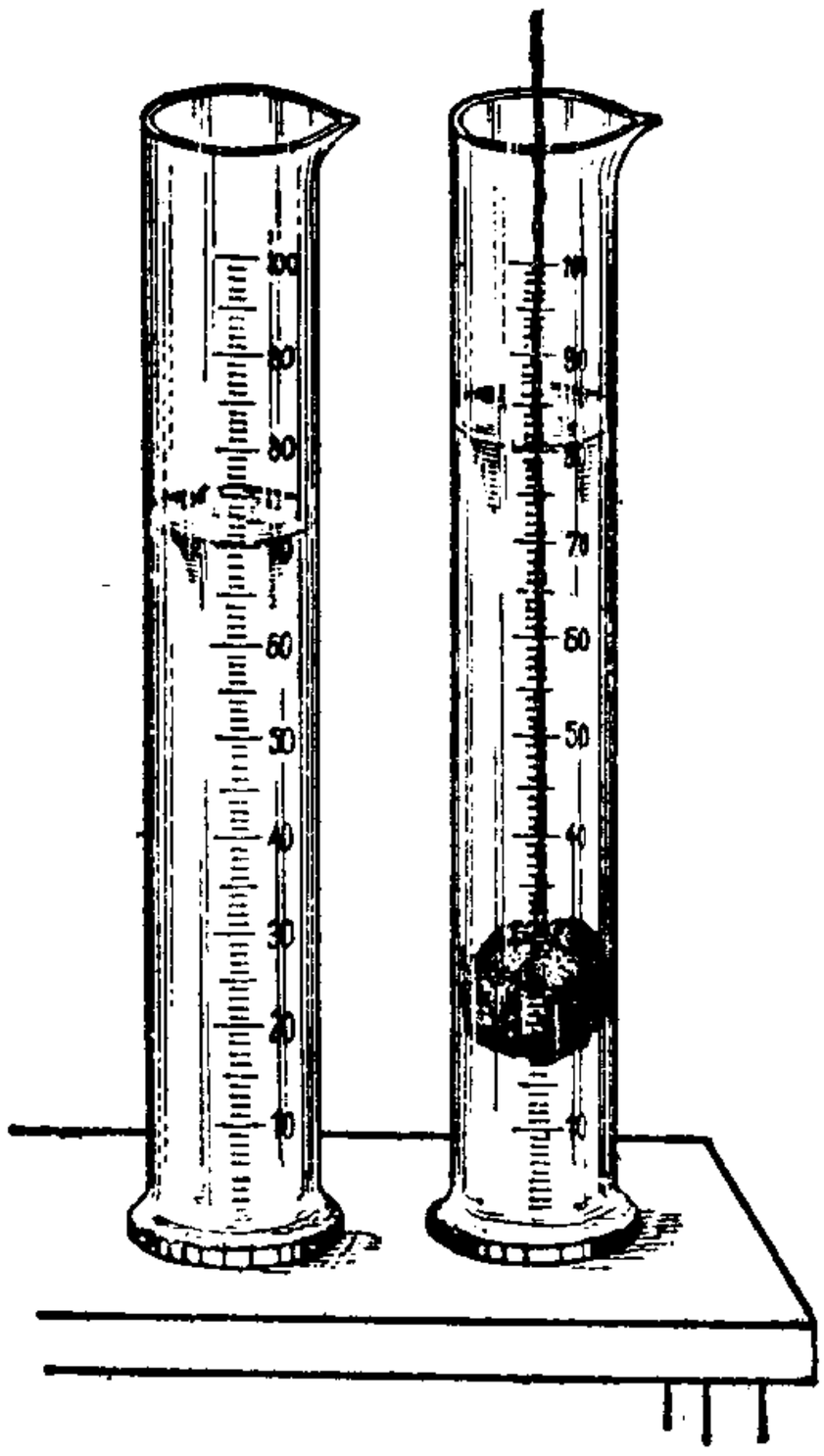


图 1·9　量度不规则固体的体积

需要全本请访问 www.ertongbook.com

记下这个刻度．这样，两次读数的相差，就是这个固体的体积．

如果物体比较大，量筒里放不下，可以用一只较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，水面要刚好在小开管的下面（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，并使它完全浸没在水中，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．

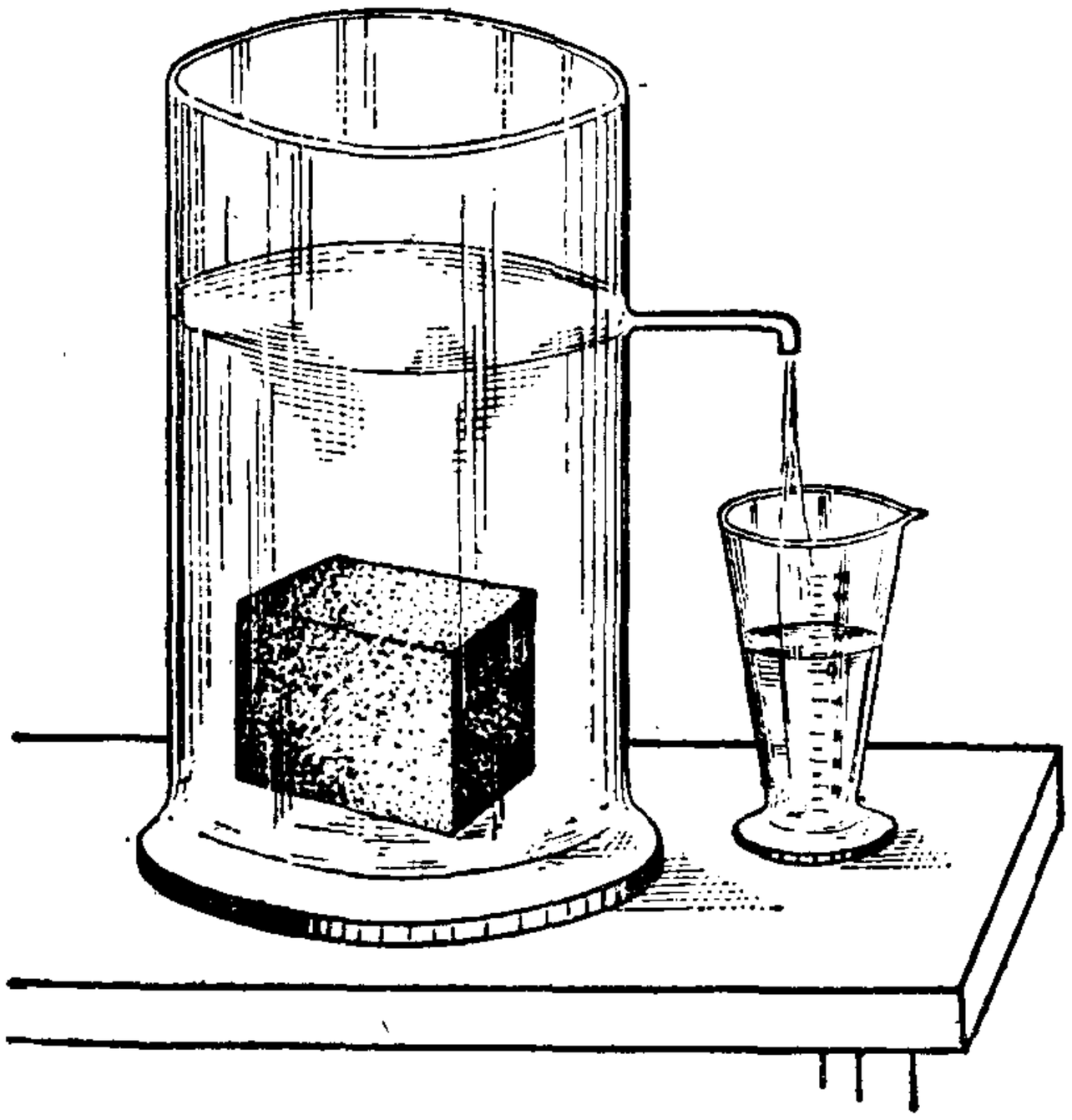


图 1·10　量度较大固体的体积

习　题　1·3

1．用厚纸来做一个体积为 1 立方厘米的正立方体．

2．估计一下你用的书、桌面等的体积，然后测量它们的长、宽和

厚，计算出它们的体积，看一看估计与计算的结果差多少？

3．根据图1·7，说明量筒和量杯的刻度有什么不同？为什么有这些不同？

4．你能想出一种方法求出你经常所看到的一些东西如玻璃杯、小刀、橡皮等的体积吗？

5．问47,896厘米^{3}等于多少毫米^{3}和多少米^3？4.8米^{3}等于多少厘米^3？

§1·4 重量的量度

任何一个物体都有重量，这是大家都知道的．但是重量究竟是什么呢？让我们来看一看下面这些现象．

踢一个皮球，不论踢得多么高，结果总是要落下来；手里拿着一块石头，一放手，石头也要落下来．一切物体，如果没有东西支持它，结果都要向下落．

用手托住物体，我们感觉到物体压在手上的力．提一桶水，手就感觉到水桶向下拉的力．提半桶水比提一桶水感觉到水桶向下拉的力要小一些．

所有这些现象都是由于地球对物体有吸引作用而引起的．由于一切物体都受到地球的吸引，所以它们都有重量．物体的重量是由于地球对它的吸引而产生的．

如果用绳子把物体悬挂起来，那么，由于物体有重量，就要把绳子拉紧，跟我们用手的力量把绳子拉紧一样(图1·11)．如果把物体放在薄木板上，物体就把木板压弯，跟我们用手的力量把木板压弯一样(图1·12)．这些现象表明，重量实际上是一种力．因此，在物理学中，又常常把重量叫做重力．重力(重量)的大小等于物体拉紧悬挂物体的绳子的力，或者压在

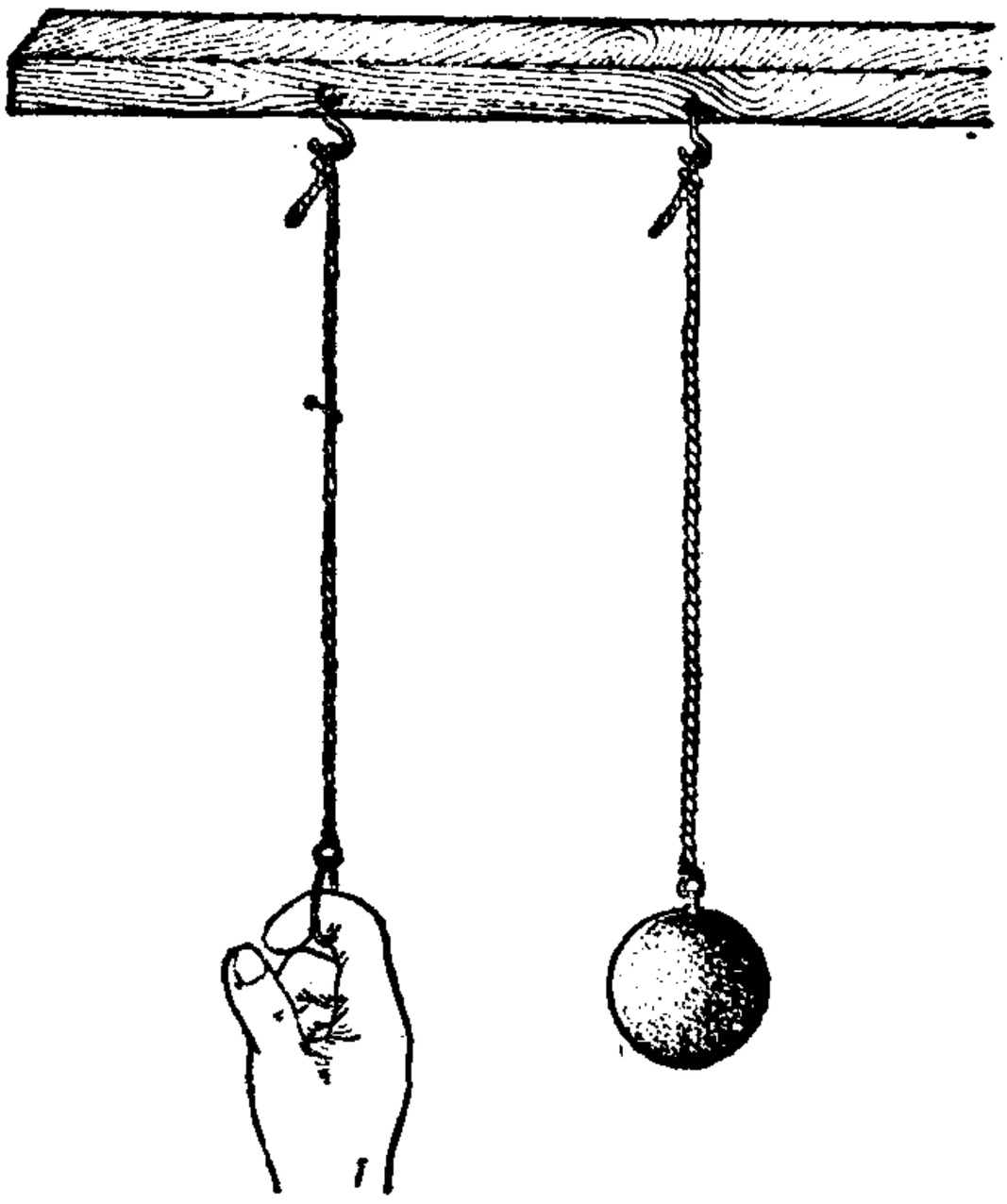


图 1·11　物体和手都能把绳子拉紧

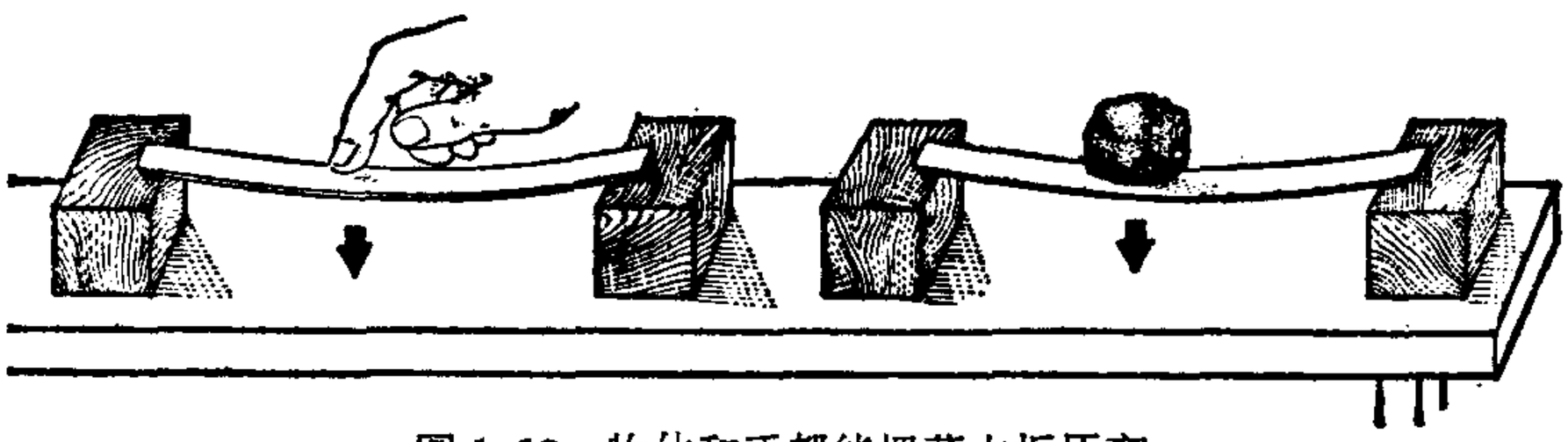


图 1·12　物体和手都能把薄木板压弯

支持物(如上面的薄木板)上的力①.

国际通用的重量标准是一个标准原器的重量，它是一个用铂 90% 和铱 10% 合金制成的圆柱体，直径与高相等（图 1·13),保存在巴黎国际度量衡局里面. 它的重量就是重量标准单位 1 公斤（1 千克)②. 1 升纯水在温度为摄氏 4 度时的

① 只适用于物体不动,支持物是水平的;如果物体运动，支持物不是水平的,希参见第七、八两章.

② 这样的规定还不够严格,读者可以参见本书 §6·3 和 §7·2.

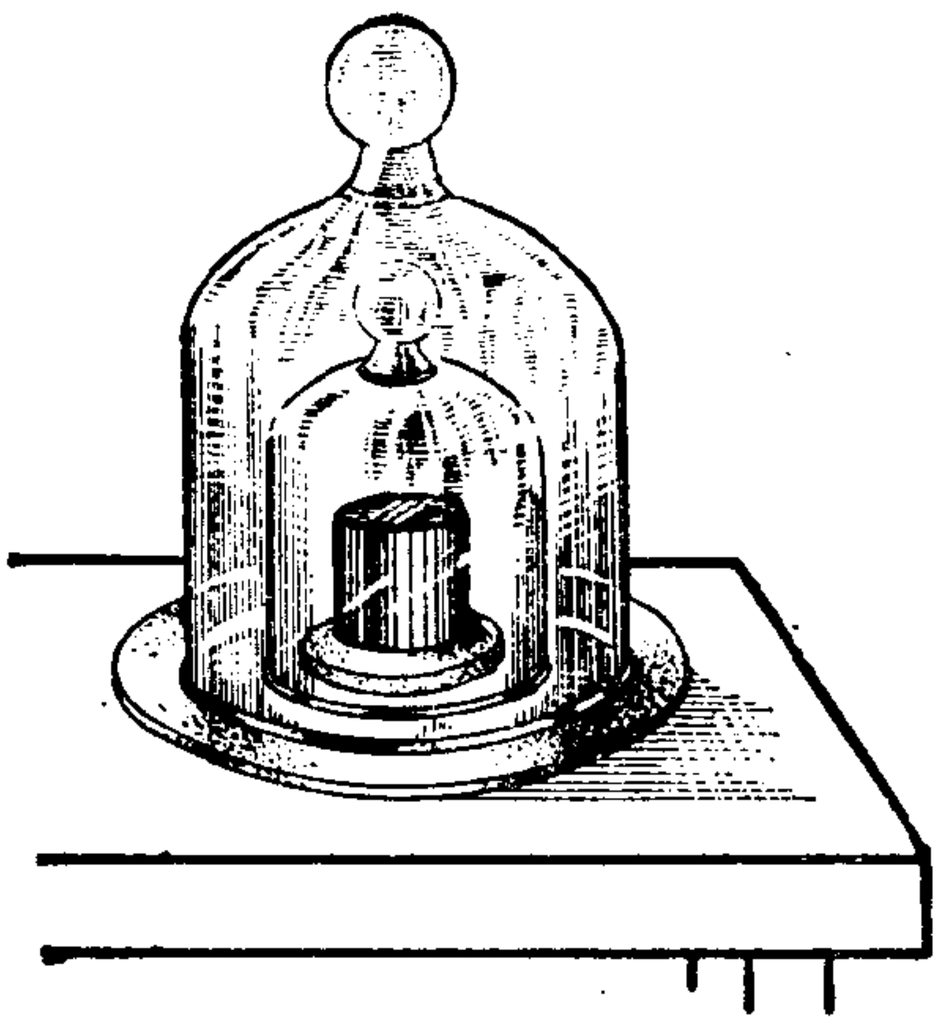


图 1·13　国际标准公斤

重量也是 1 公斤.

除了把 1 公斤作为重量的主要单位外，其他的重量单位还有：

1 吨 = 1000 公斤(千克)；

1 公斤(千克) = 1000 克；

1 克 = 1000 毫克.

我国除了用上面所举出的单位以外，通常也用市斤、市两等作为重量单位. 1 市斤 = 10 市两. 市斤与公斤(千克)的关系是：

$$1\text{ 市斤} = \frac{1}{2}\text{公斤(千克)或 1 公斤(千克)} = 2\text{ 市斤}.$$

在习惯用法中，往往把“市”字略去，如把“1 市斤”叫做“1 斤”等等.

在日常生活中，我们用杆秤、弹簧秤等来测量物体的重量. 在实验室里，为了要精密地测定物体的重量，常常用图 1·14 所示的天平. 现在我们来谈谈它的构造和使用时应该

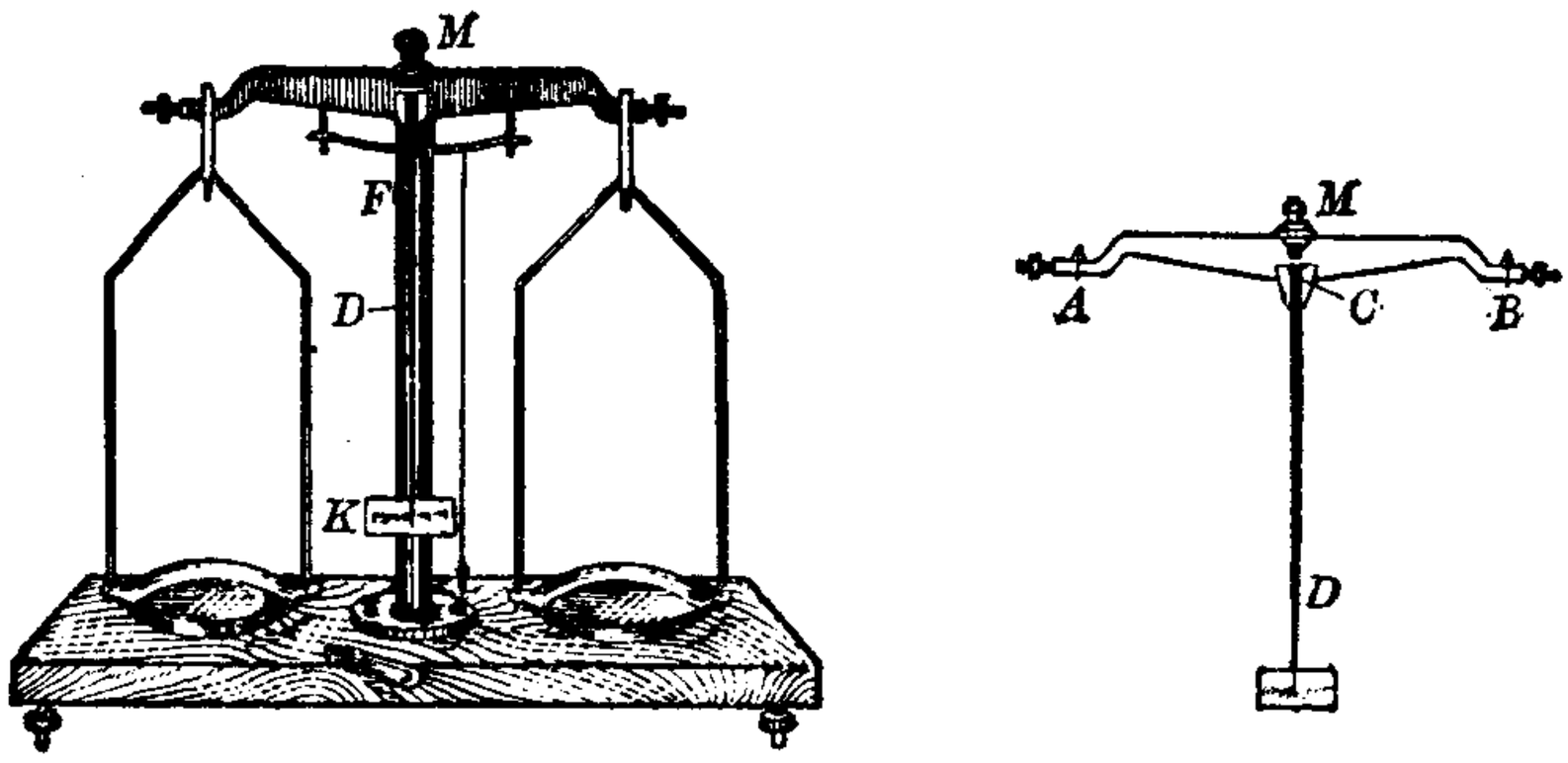
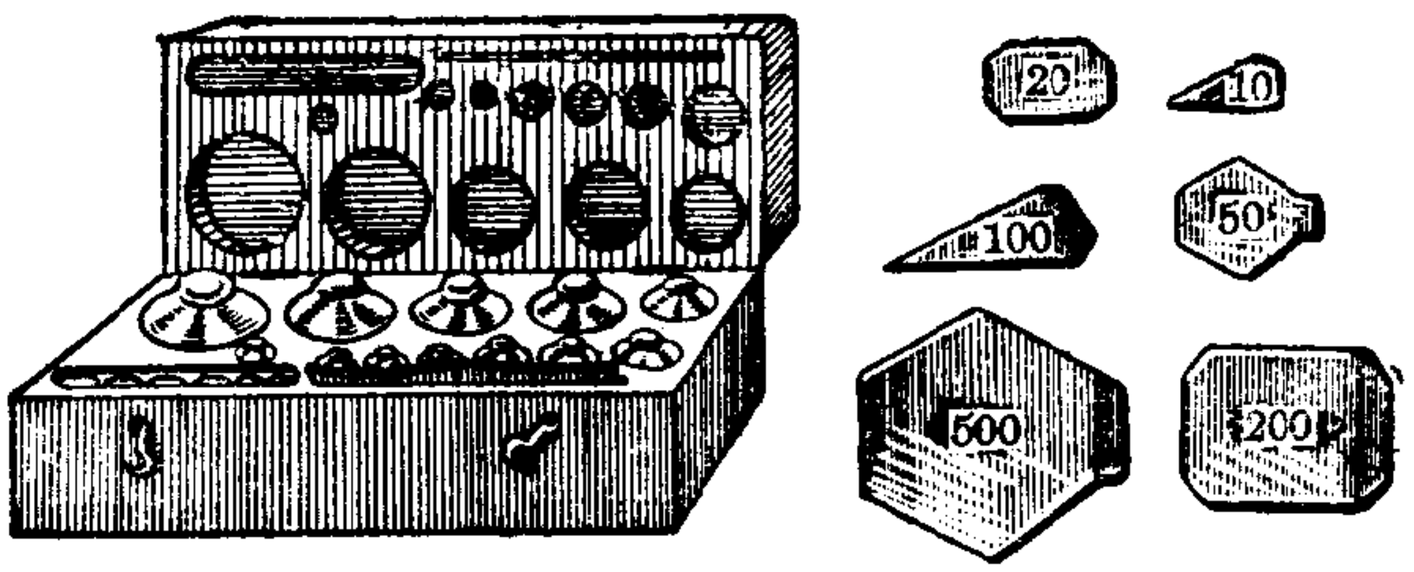


图 1·14　测定物体重量用的天平

注意的地方．至于它的原理，到第十一章再讲．

天平最主要的部分是它的横梁(图1·14右)．图中A、B和C是三个刀口．中央的刀口C向下，把梁支承在支柱F的顶上，两边的刀口A和B都向上，各挂一只盘子．梁的中央有一只指针D，它能够沿标尺K左右摆动，标尺上面带有刻度．从C到A和从C到B的部分叫做天平的两臂，它们的长度相等，形状相同，重量相等．两边两只盘本身的重量也相等．当两只盘不放东西时，指针指在标尺的中央；当两只盘所放的东西重量相等时，指针也指在标尺的中央．

称物体时，先把物体放在左边一只盘里，再把重量已知的砝码(图1·15)一个一个地放在右边一只盘里，直到指针刚好指在标尺的中央时为止．这时，砝码的总重量就等于物体的重量．



砝码盒里的砝码　　小于1克的砝码

图 1·15

实际操作时，只要看指针左右摆动的刻度相等就够了．因为这样，当它停下来时一定会指在标尺的中央．

使用天平时，千万不要粗心大意，否则天平会很容易损坏．在使用之前，要利用底座螺旋使天平保持在水平位置，同时要看指针是否指在标尺的中央．加砝码时要用盒子里的镊

子来夹取，千万不能用手指夹取，因为手指上沾有的汗水，经常接触砝码后，久而久之要生锈，这样它的重量就不够标准了.

天平是一种比较精密的仪器，使用时要注意天平板上标明的称量. 称量就是天平所能够称的最大重量，超过这个重量，刀口就容易损坏. 普通天平的称量是1000克.

习 题 1·4

1. 重量是什么？它的单位是怎样规定的？

2. 怎样在天平上称液体的重量？

3. 1立方厘米的纯水，在温度为摄氏4度时的重量是多少克？1立方米的纯水的重量是多少克？多少公斤？多少吨？

4. 1市两等于多少克？

5. 除了天平以外，你还看见过哪些称重量的工具？

6. 84,590克等于多少毫克？多少公斤？多少吨？4.7吨等于多少公斤？多少克？多少毫克？

§1·5 时间的量度

我们常常需要计量时间，它的单位又是怎样规定的呢？下面就来谈谈这个问题.

太阳和我们日常的生活发生密切的关系，因而我们规定太阳每连续两次经过中天相隔的时间（也就是从今天午刻起到明天午刻止）为**1个太阳日**，俗称为一昼夜. 但是因为一年之中，太阳日的长短略有差别，我们取一年中所有太阳日的平均值作为时间的标准单位，称为**1个平均太阳日**，或者简称为1日. 1日分为24小时，1小时分为60分，1分又分为60秒. 这样，1个平均太阳日就有 $24\times60\times60$ 秒 $=86,400$ 秒. 在物

需要全本请访问 www.ertongbook.com