

3

13.3
19

自学辅导丛书

自学物理的鑰匙

(初中組)

上海市中学教师进修学院科普工作组

上海科学普及出版社

內 容 提 要

你要学习物理学嗎？沒有人指导，抓不住它的主要内容，看了一遍再一遍，还是模模糊糊，是不是？

同志！你灰心嗎？不要灰心。开始学习时总有困难，尤其是理論，如能量守恒定律和电流定律等。其它如电和磁，它們究竟是什么？有什么关系？也比较难懂。但我們認為問題不在于难不难，而是在于你認不認識学习物理学的重要性，它是一切技术的基础知識呀！

本書將帮助你解决这些問題。告訴你怎样学习，注意点什么，以及它的主要内容。此外，还介紹一些日常生活中和現代科学技术上的应用，以及利用手边的小东西就可以做的有趣的简单实验。

本書是再版，已由作者根据各方面的意見，作了很大的修改，并补充了习题。可以配合教科書閱讀。

总号：040

自学物理的钥匙（初中組）

組 稿：上海市中学教师
修学院科普工作
著 者：徐昌权 陈恩
繪 图 者：周 鎮
封面設計：蔡 振 華
出 版 者：上海科学普及出版社
(上海市南昌路47号)
上海市书刊出版业营业許可証出字第085号
发 行 者：新华書店上海发行所
印 刷 者：上海市印刷五厂
上海江寧路1110号

开本：787×1092 1/32 印張：3 7/8
字数：83,700 統一書号：T70128·6
印数：115,001—195,000 定 价：3 角 5 分
1958年3月第二版 1958年3月第一次印刷

目 录

第一章	力学	2
	一、简单的量度	2
	二、力和压强	7
	三、液体和气体	13
	四、运动和力	31
	五、功和能	37
第二章	声学的初步知識	50
第三章	热的現象	52
第四章	电学	63
	一、电和磁	63
	二、电流的定律	69
	三、电和磁的关系	86
第五章	光学的初步知識	99

第一章 力 学

一、简单的量度

本单元主要内容有：1.一定要量度。说明量度和单位的重要性。2.最基本的量度单位有哪些。用表的形式介绍了长度、面积、体积和重量的单位，使读者便于记忆。3.怎样比较各种物体的轻重。介绍比重的概念。参阅初级中学物理学课本第一章第7页到第28页。

1.一定要量度。 当你去请个裁缝做衣服的时候，他一定要用尺来量量你的身長、腰身等，否则做出来的衣服就不会配合你的身体。同样，买布时也要用尺来量，买菜时要用秤来称。从这里看出，在日常生活中，量度是多么重要！

在生产上，不论制造什么东西，也都需要量度，而且要非常准确。你看一部机器，它有多少另件！如果把它们稍为做得大一些或小一些，机器就装配不起来，即使装配起来，也不能很好地工作。你听说过哈尔滨量具刀具厂吗？他们做出来的量具，有的可以量到一万分之一毫米，等于一根头发的七百分之一那么细。一般量具也可以量到二千分之一毫米，等于一根头

髮的一百四十分之一。可見在生产上，不但需要量度，而且要量得很准确。

物理学是以实验为基础的科学，做实验就需要量度。例如你要知道一块铁的重量，你就必须用秤来称，然后讲这块铁是多少克重或多少千克重。

初学物理学的人，往往不大注意量度，更不大注意量度的单位。想想看：如果我說有塊鉄重 300，你能想得出这块鉄的輕重嗎？当然不能。为什么呢？就是因为你不知道它是 300 吨重还是 300 克重。把很重要的单位忘記了。

而且因为单位的不同，前面的数字也会不一样，例如：

$$300\text{克重}=0.3\text{千克重}=0.0003\text{吨重}。$$

所以，在我們刚开始学习物理学的时候，我們首先应该記牢：第一，物理学是以实验为基础的科学，必須要仔細进行量度；第二，量度的結果一定要写明单位。

2. 最基本的量度单位有哪些 物理学里最基本的单位是長度、面积、体积和重量的单位。各种教科書上都講得很詳細。这里只把它們列成表的形式，使讀者容易記憶。表中末一行“相鄰单位間的关系”的意思是：前一項一个单位等于后一項多少单位，例如：

$$1\text{千米}=1000\text{米}，$$

$$1\text{米}=10\text{分米}$$

$$1\text{平方公尺(平方米)}=100\text{平方公寸(平方分米)}$$

$$=10,000\text{平方公分(平方厘米)}$$

$$=1,000,000\text{平方公厘(平方毫米)}$$

等等。

(一) 長度單位表 (1公尺=3市尺)

單位名稱	千米	米	分米	厘米	毫米
又 稱	公里	公尺	公寸	公分	公厘
相鄰單位間的关系		1000	10	10	10

(二) 面積單位表

單位名稱			米 ²	分米 ²	厘米 ²	毫米 ²
又 稱	公頃	公畝	平方公尺	平方公寸	平方公分	平方公厘
相鄰單位間的关系		100	100	100	100	100

(三) 體積單位表

單位名稱	米 ³	分米 ³	厘米 ³	毫米 ³
又 稱	立方公尺	升	立方公分	立方公厘
相鄰單位間的关系		1000	1000	1000

(四) 重量單位表 (1公斤=2市斤)

單位名稱	噸重	千克重	克重	毫克重
又 稱		公斤		
相鄰單位間的关系		1000	1000	1000

3. 怎樣比較各種物質的輕重——比重。 大家知道各種物質都有重量，怎樣比較它們的輕重呢？假如我問棉花重還是鐵重？你一定會不加考慮地回答說：當然鐵重。同志，你的回答可以說是對的，但說話不夠嚴密。試想想：你是不是已經知道比較各種物質輕重的條件呢？如果我再問：一大堆棉花和一小

塊鐵哪個重？我想你一定不能再這樣爽快地說當然鐵重了。可見要比較各種物質的輕重，必須有個條件，那就是這些物質的體積必須相同。因此，我們說鐵比棉花重，是指體積相同的鐵和棉花講的。

為了方便起見，在物理學里，常常拿單位體積物質的重量來比較。例如1厘米³的鐵是7.8克重，1厘米³的水銀是13.6克重等等，這樣各種物質的輕重就非常明顯了。我們還給它一個名詞叫做比重。換句話說，**某物質的比重，就是1立方厘米體積這種質物的克重數**，列做數學方程式就是：

$$\text{比重} = \frac{\text{重量}}{\text{體積}}。$$

前面講過要我們注意單位，那末比重的單位是什麼呢？從上面的式子里可以看出：比重的單位是重量和體積單位的組合。現在體積的單位是立方厘米，重量的單位是克重，所以比重的單位是克重/立方厘米，讀做每立方厘米多少克重。

我們知道1立方厘米的純水在4°C時是1克重，就是說，水的比重是1克重/立方厘米。但讀者千萬不能認為1立方厘米就等於1克重，因為立方厘米是體積的單位，克重是重量的單位，兩者完全不同。

比重這概念很重要，日常生活里的許多現象，有些都和比重有關。例如為什麼煤油總是浮在水面上，因為煤油的比重比水小；鐵是沉在水底下的，就是因為鐵的比重比水大；但鐵會浮在水銀面上，因為鐵的比重比水銀小。飛機翼子不用鋼而用鋁來製造，是因為鋁的比重比鋼小，這樣使飛機本身重量比較輕，容易起飛。

从比重这个公式里，我們还可以求出物体的体积，或物体的重量。讓我們举两个例來說明。

【例一】 一大堆砂，有4.2吨重，已經知道砂的比重是1.4克重/厘米³，求这堆砂的体积。

【解】 我們可以用两种方法来求。第一种是从比重的意义出发，用比例来求；就是說，1立方厘米的砂既然是1.4克重，現在有4.2吨重(等于4,200,000克重)的砂，它的体积應該是：

$$1.4 \text{ 克重} : 4,200,000 \text{ 克重} = 1 \text{ 立方厘米} : \text{体积}$$

$$\therefore \text{体积} = \frac{4,200,000 \text{ 克重}}{1.4 \text{ 克重}} \times 1 \text{ 立方厘米}$$

$$= 3,000,000 \text{ 立方厘米} = 3 \text{ 立方米。}$$

第二种方法是根据比重的定义代公式，就是：

$$1.4 \text{ 克重/厘米}^3 = \frac{4,200,000 \text{ 克重}}{\text{体积}},$$

$$\therefore \text{体积} = \frac{4,200,000 \text{ 克重}}{1.4 \text{ 克重/厘米}^3} = 3,000,000 \text{ 立方厘米}$$

$$= 3 \text{ 立方米。}$$

【例二】 某油桶里裝了80升煤油，求煤油多少重。

【解】 我們也可以用同样的两种方法来求。第一，用比例做。翻教科書上的比重表，知道煤油的比重=0.8克重/厘米³，即1立方厘米的煤油重0.8克重。現在有80升煤油，80升=80,000立方厘米，所以它的重量應該是：

$$1 \text{ 立方厘米} : 0.8 \text{ 克重} = 80,000 \text{ 立方厘米} : 80 \text{ 升煤油的重量}$$

$$\therefore 80 \text{ 升煤油的重量} = \frac{80,000 \text{ 立方厘米} \times 0.8 \text{ 克重}}{1 \text{ 立方厘米}}$$

$$= 64,000 \text{ 克重。}$$

第二，用公式做：

$$0.8 \text{ 克重/厘米}^3 = \frac{80 \text{ 升煤油的重量}}{80,000 \text{ 立方厘米}}$$

$$\therefore 80 \text{ 升煤油的重量} = 0.8 \text{ 克重/厘米}^3 \times 80,000 \text{ 立方厘米} \\ = 64,000 \text{ 克重}。$$

我們要請讀者注意，不論你用什么方法做，都應該先复习比重的意义，因为这样才能通过习题的演算，加深和巩固已經学过的知識。假使不加考虑，代代公式，那就沒有意思了。还有，假使习题里的数字单位不同时，如例一里的克重和吨重，例二里的升和立方厘米，應該先化成同一单位（4.2 吨重化成 4,200,000 克重，80 升化成 80,000 立方厘米）再演算。不先做这一步，很容易搞錯。初学物理学时，还必须注意单位，我們建議，在演算的过程中，每一个数字都写上单位，养成习惯，以后就不会弄錯了。

二、力和压强

本单元主要内容有：1. 力是什么？力的概念在物理学里很重要，希望讀者注意。2. 胡克发现的定律。講测量力的方法。3. 压强的意义。講固体压强的計算。參閱初級中学物理学課本上册第2章第29頁到40頁。

1. 力是什么？ 力这个概念，我們大家很熟悉。例如：我們用力拉橡皮筋，橡皮筋被拉長了；用力压薄木板，板弯曲了；用力拖車子，車子运动得更快了，等等。但力究竟是什么呢？讓我們来研究一下这些例子。

拉長橡皮筋，一定要用手來拉，或者把它豎直掛着，下端掛一個重物，這樣我們就看出：要把橡皮筋拉長，必須要有另外一個物體（如手或重物）對橡皮筋作用。

同樣，使木板彎曲，一定要用力壓或推，或在木板上放個重物。因此我們也可以看出：要彎曲木板，也必須有另外一個物體對木板作用。

拉車子，可以用人手拉，用牛馬拉，或用機器拉，但都是另一個物體（如人手、牛馬或機器）對車子的作用，使車子的運動狀態改變（就是改變車子運動的快慢）。

因此在物理學里，我們把力的定義定為：**力就是一個物體受到另一個物體的作用**。平常我們說某物體受著力的作用，雖然沒有明白說出受到哪個物體作用，但一定可以找到這個物體。所以力是不能脫離物體而單獨存在的。

物體的重量，是地球對物體的吸引作用，所以重量也是一種力，普通叫做重力。因此，可以把力的單位和重量的單位用相同的名稱，即多少克重、多少千克重等來表示。

拉長橡皮筋或彎曲木板，我們說它們的形狀變了，或者說它們發生了**形變**。日常生活里到處可以看到：當一個物體和另一個物體互相作用時，它們都要發生形變。例如兩個皮球相碰，它們都要癟進去一點。只是有的形變大些，有的小些，甚至小到我們眼睛看不出來，但形變總是存在的。

總結上述，我們說力是一個物體受到另一個物體的作用，它可以使物體發生形變，也可以使物體改變運動狀態。利用這種性質，我們就可以測量力的大小了。不過力能改變物體運動狀態這個性質比較複雜，還需要很多知識，我們只能在第四

单元里简单谈谈。

2. 胡克发现的定律。 物体可以分做固体、液体和气体三类。我们这里只讲固体，液体和气体将在下一单元讲。什么叫做固体呢？不很严格地讲，那就是有一定体积和一定形状的物体。前面讲过，固体受力作用后，一定要发生形变。有些固体，例如钢和橡皮等，在撤去加在它上面的作用力后，就能恢复原来的形状，这种性质叫做弹性。具有弹性的固体叫做弹性体，弹簧就是最常见的一种。

科学家胡克研究弹簧的形变和作用力的关系后，得到下面的结论：**在弹性限度内，弹簧的形变（即改变的长度）和它受到的作用力成正比。这就叫做胡克定律。**

这定律的实验证明很简单，读者可参考任何一种教科书。这里只谈应用时应该注意的几点：第一，所谓弹簧的形变就是弹簧改变的长度，或称弹簧的伸长，不是弹簧受力后的整个长度。例如有一条弹簧，原长10厘米，受力作用后，长度变为12厘米，那末它的形变就是2厘米，而不是12厘米。第二，弹簧的形变和所受的作用力成正比的意思是：如果弹簧受1千克重的力作用，伸长0.5厘米，那末受2千克重时，伸长1厘米；3千克重时，伸长1.5厘米，等等。第三，如果作用力太大了，弹簧的形变不再和作用力成正比，力取消后也不会恢复到原来的长度，我们说这根弹簧坏了，所以定律中说明它有一定限度，就是所谓弹性限度。

利用这个定律，就能测量力的大小，最普通的叫做弹簧秤。弹簧秤的用法，教科书上讲得很详细，这里不谈了。

现在介绍你用简单材料，自己做一根弹簧秤。

材料：馬糞紙一小張，20號鉛絲一段（約長25厘米），橡皮筋二根，小釘子幾只，幾個重量相等的小物體。

做法：（1）先把馬糞紙剪成圖1中（1）的形狀，大小可按照圖里的尺寸。

（2）把鉛絲彎成圖1中（2）的形狀，鉛絲的一頭彎成一個指標，下面約5厘米的地方彎成一個環，鉛絲的另一端彎成掛鉤。

（3）拿橡皮筋拴在馬糞紙上小孔和鐵絲的小環之間。

（4）把指標安插在馬糞紙中間的縫里，使它能在紙面的槽里上下移動。

（5）在紙板上用橫綫記下指標的位置，作為原綫。

（6）將小物體輕輕地掛在鉤上。先掛一個，在紙板上用橫綫記下指標所停留的位置，然後加成兩個，也標上橫綫，再加成三個等，把各次指標停留的位置都記下來。最後把它們一個一個拿下來，每拿下一個，都要校對一下所畫的橫綫和指標所停留的位置。

（7）把各條橫綫間的距離，都用比較短的橫綫均分成十小格。從每一個小物體的重量，求出紙板上每兩小格所代表的重量，並以數字標出來。這

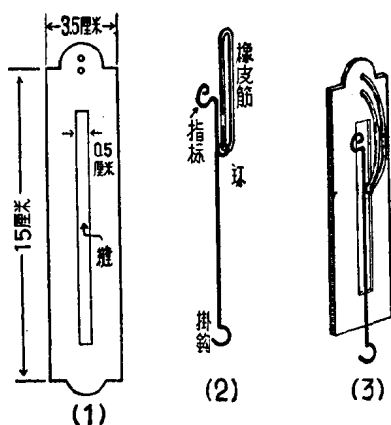


圖 1

样，就做成了一只弹簧秤的模型。

3. 压强的意义。 为什么尖锐的东西（如尖刀，做衣服的针等）容易刺入物体？为什么坐在狭长的长凳上比较吃力，而坐在方凳上就好些，坐在沙发上便感到非常舒服？让我们用物理学上的知识来说明一下。

物理学上有个重要的概念叫做压强，它的意义是：**物体单位面积上受到的垂直于面的力**，列做数学方程式就是：

$$\text{压强} = \frac{\text{跟面垂直的力}}{\text{受力面积}}。$$

因此，用同样的力，因为尖端的面积小，压强就大，容易刺入物体。同样，一个人的重量是一定的，坐在长凳上，臀部和长凳的接触面积小，压强大；坐在方凳上，接触面积比较大，压强就小些；坐在沙发上，接触面积更大，压强更小。压强小，就是把整个身体的重量分散在较大的面积上，所以单位面积上所受的力就比较小了，因此便感到非常舒服。

压强这个概念，在物理学上非常重要，实际应用也很广泛。例如在泥濘的路上走时，我们的两脚常常陷得很深，很难走。如果上面铺块木板，就容易走了（图2）。房子的房基总比墙头宽得多，铁路的轨道下面铺有枕木，载重汽车和公共汽车的轮盘比小汽车宽而

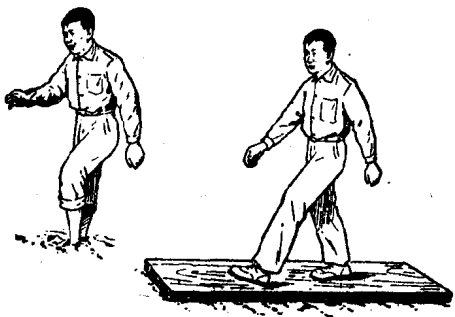


图 2

且只数多，拖拉机的輪子下有很寬的履帶，这些都是用增加接触面积的办法来减小压强，使整个重量分散在較大面积上，因此地面能够受得住。

压强的单位是力和面积两种单位的組合，如千克重/米²，克重/厘米²等，讀做每平方米多少千克重，每平方厘米多少克重。

压强和压力不同，讀者必須注意。压力是物体受到的垂直于面的力，跟物体的面积没有关系。例如一个70公斤重的人，不管他坐在什么形狀的凳上，这些凳子受到的压力都是70公斤重，但压强是物体单位面积上受到的垂直于面的力，那就和凳子的形狀有关系了。例如狹長的凳，臀部和凳的接触面积小，压强就大；方凳接触面积大些，压强就小。由此，我們可以看出，压强和压力的单位也不一样，压力的单位就是力的单位（克重、千克重等），压强的单位是上面講的克重/厘米²等。

【例一】有磚一塊，長40厘米、闊15厘米、厚4厘米、5千克重，放在地上，求地面所受的压强。

【解】磚有三种放法，平放、側放和豎放，因接触面积不同，压强也不同。如

$$\begin{aligned}\text{平放时，地面所受的压强} &= \frac{5000 \text{ 克重}}{40 \times 15 \text{ 厘米}^2} \\ &= 8.3 \text{ 克重/厘米}^2,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{側放时，地面所受的压强} &= \frac{5000 \text{ 克重}}{40 \times 4 \text{ 厘米}^2} \\ &= 31.25 \text{ 克重/厘米}^2,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{豎放时，地面所受的压强} &= \frac{5000 \text{ 克重}}{15 \times 4 \text{ 厘米}^2} \\ &= 83.3 \text{ 克重/厘米}^2.\end{aligned}$$

【例二】 图画釘尾部的面积是1.2平方厘米，釘尖的面积是0.3平方毫米，問釘尖受到的压强是釘尾的多少倍？

【解】 用力揪图画釘时，釘的尾部和尖端受到了相同的压力，但由于它們的面积不同，受到的压强也就不同。应用压强公式得

$$\text{压力} = \text{压强} \times \text{面积}。$$

所以： 釘尾的压强 $\times 1.2 \text{厘米}^2 = \text{釘尖的压强} \times 0.003 \text{厘米}^2$ ，

$$\therefore \frac{\text{釘尖的压强}}{\text{釘尾的压强}} = \frac{1.2}{0.003} = 400。$$

就是說，釘尖受到的压强比釘尾受到的压强大400倍。

三、液体和气体

本单元主要内容有：1.怎样計算液体的压强。解釋液体压强的特点和計算方法。2.阿基米德发现的定律。說明浮力的意义和怎样計算。3.大气压强。介紹大气压强的意义，实验方法等。参考初中物理学課本上册第三章第40頁到75頁。

1.怎样計算液体的压强。 上一单元講了固体的压强。从这里我們知道压强是一种力，不过，第一、它是物体单位面积上受到的力，第二、这个力必須和面垂直。現在我們来研究液体压强。

先来談談液体和固体的区别。前面說过，固体有一定的体积和一定的形状。液体也有一定的体积，但由于它容易流动，也就沒有一定的形状。你看：水倒在杯子里，就成杯子的形状；倒在飯碗里，就成飯碗的形状。一句話，它是跟着容器形状的不同而不同的。所以講到液体，一定会联想到它是放在容

器里的。

现在来谈液体的压强。首先研究液体对容器的压强，这个问题容易解决，读者自己也可做实验。例如拿一根两头空的玻璃管（或竹管），一头拴上一张橡皮膜，用一只手豎直拿着，空的一头向上。另一只手把水从这头灌下去。我们就看见：水灌下去越多，橡皮膜越凸出。橡皮膜凸出，表示膜发生了形变，也就是说它受到了力的作用。什么物体在对它作用呢？当然是灌下去的水了。所以橡皮膜单位面积上受到的力，就是水对橡皮膜作用的压强，而且加水越多（就是水越深），橡皮膜越凸出，就是压强越大，图3就表示这个意思。所以容器底部受到的压强，和所储的液体的深度成正比。

液体不但对容器的底部有压强，对容器的侧壁也有压强，图4和图5都表示这个意思。图4里瓶子的侧壁上有个小孔，

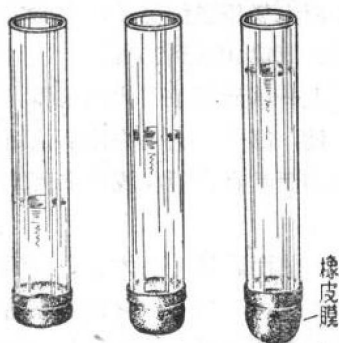


图 3

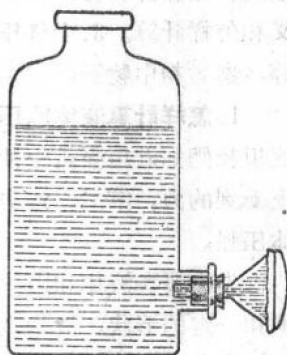


图 4

把拴着橡皮膜的漏斗插在这个孔里，慢慢地把水倒入瓶内，我

們可以看見，橡皮膜要慢慢地凸出來；加水越多，就是水越深，橡皮膜凸得越出，表示壓強越大。圖5里最上面的孔離液面最近，壓強小，流出來的水噴得最近；中間的孔離液面遠些，壓强大些，水噴得遠些；下面的孔離液面最遠，壓强更大些，水噴得更遠些。所以側壁所受的壓强，和器底一樣，也是離液面越深，壓强越大。也就是說，壓强和深度成正比。

再看看液體內部的壓强。我們知道液體是有重量的，讓我們在杯子里水平地划出一個面(1)(2)如圖6。這個面也要受到

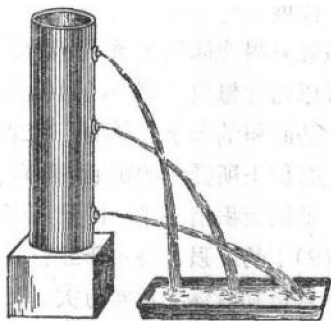


圖 5

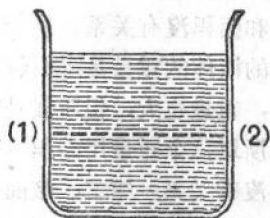


圖 6

上面液體的壓力，等於上面液體的重力。所以這個面受到上面液體的壓强是：

$$\begin{aligned}
 \text{壓强} &= \frac{\text{面(1)(2)以上的液體的重力}}{\text{面(1)(2)的面積}} \\
 &= \frac{\text{液體的比重} \times \text{面(1)(2)以上的液體的體積}}{\text{面(1)(2)的面積}} \\
 &= \frac{\text{液體的比重} \times \text{面(1)(2)的面積} \times \text{液面到面(1)(2)的深度}}{\text{面(1)(2)的面積}}
 \end{aligned}$$