

科教兴国丛书

科学家从这里起步

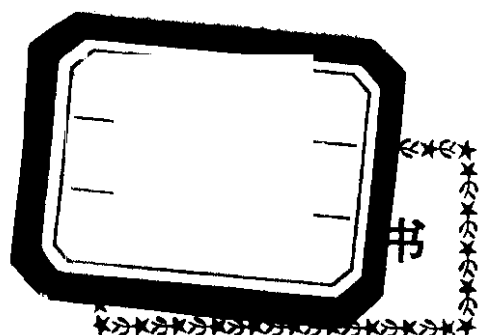
——物理与现代科技

胡运惠 主编

陈树德 审校



中国矿业大学出版社



科学家从这里起步

——物理与现代科技

主 编	胡运惠		
副主编	张世广	何玉琴	杨忠民
	叶向前	亢效虎	安乃彦
	黄新民	王彩霞	胡永铎
编 委	田洪武	袁昌盛	胡建平
	周慧颖	谢 浩	瞿晓泉
	向世桢	熊廷干	
审 校	陈树德		

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书是一本引导读者学好物理的入门书。其内容不只包括中学物理的内容,同时还涉及到许多一点就明的现代应用基础理论。通过本书,读者不仅可以了解物理学的全貌,而且还可以开阔视野,注意到物理学除在日常生活中的应用外,还在现代科技上有着更广泛的应用。本书设计了大量小实验约450个,读者可以从日常生活中找到器材自己动手制作,通过小实验可导出物理学中的大规律和说明其在现代科技上的应用,从而提高青少年朋友们应用物理学知识动手、动脑的创造性能力,为成为明天的科学家而奠定基础。

该书内容新颖、图文并茂、理实兼备,是融趣味性、实践性、科学性为一体的不可多得的好书,是引导青少年朋友学好物理的良师,是物理教师的益友。

科学家从这里起步——物理与现代科技

胡运惠主编 陈树德审校 责任编辑 安乃隽

中国矿业大学出版社出版

新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 14.125 字数 35.5 千字

1995 年 11 月第一版 1995 年 11 月第一次印刷

印数 1—10000 册

ISBN 7-81040-444-X

O·31

定价:12.80 元

前 言

物理学是一门基础科学。要想学习其它科学技术首先必须学好物理。众所周知,物理学的概念比较抽象,比较难于理解。尤其对于刚刚接触物理学的中学生来说,可谓学习物理学和通向科学技术自由王国的一只拦路虎。

本书既是一本物理入门读物,不仅包括了国内现行中学物理的范围,同时还涉及到层次较高的物理内容,向读者介绍了许多在现代化工农业生产中科学技术应用的基本原理,故本书能使读者开阔视野和洞察物理学的全部概貌。在取材上,作者以最基础的物理内容为起点,既重视基本概念、基础理论的分析论述,又注意到物理学在现代科学技术上的前沿应用。特别值得指出的是,为使读者能够容易地建立起抽象的物理概念,启发和培养他们分析、综合和解决问题以及动手操作的能力,作者精心地采取了一系列措施:

一、从日常生活和生产实践中找出典型例子,介绍有关的物理现象,使抽象的物理学同具体的生活实际紧紧地扣在一起,从而减少或打消了学生学习物理学时经常存有的那种难不可攀的神秘感。这点对于要跨进物理大门的青年学生是至关重要。

二、根据生活实际中的事实,设计了大量的小实验,并启发指导读者操作,获得结论。由物理现象入手,到建立物理概念、导出物理定律,几乎都建立在这些小实验的基础之上。而这些小实验的许多部分,学生可以从日常生活中找到器材,甚至利用废旧物品自己动手制作,从而可以培养学生的动手能力和学习兴趣。因此,从实践到理论,从具体到抽象,乃是全书的一个突出特点。

三、本书除实验原理图外,对于某些物理现象的引进,物理概念的建立以及物理定律的推导阐述,还采用了大量的图表,能使读者感到生动直观,一目了然。本书有图 590 幅。

四、全书没有采用高深复杂的数学推导,而是把导出物理结论的重点放在自己动手做实验的基础上。

五、本书通过日常生活现象和小型实验,让学生学懂物理定律之后,便介绍它们在现代科学技术上的应用,这可使读者知道物理学的许多“小”道理却在社会主义经济建设中有大用途,学习如何运用物理知识解决生产技术中的问题,从而提高学生学好物理课的积极性和创造性。

六、作者本着由浅入深、从简到繁的原则,在内容安排和文字叙述方面,尽量争取做到条理清楚,概念准确,既重基础,又重实用;语言力争规范生动,通俗易懂,便于自学。本书确有集科学性、实用性和趣味性于一体之实。

因此,本书既是初、高中学生和广大青少年的应读之物和良师,也是中学和师范院校物理教师的益友。教师利用它可以使物理教学的内容更加丰富,有助教学质量提高。一般读者阅读此书亦能扩大科技视野和获得无穷的裨益。

《科学家从这里起步——物理与现代科技》是西安医科大学教授胡运惠、西安外语学院副教授张世广、西安医科大学副教授何玉琴、西安高级中学特级教师杨忠民、延安医学院副教授叶向前、兰州医学院副教授亢效虎、西安理工大学副教授安乃彦以及汉中师范学院副教授黄新民等同志,根据几十年的教学经验并参考国内外的先进资料而编写的,最后由教学经验丰富的湖南侨辉中学校长陈树德先生审阅。在编写过程中,得到了侨辉中学董事长、关心祖国教育事业的旅美爱国华侨李德辉先生和伍碧琴女士的热情支持。在此,作者深表谢意。由于作者水平有限,欢迎读者对书中存在的缺点和不足之处提出批评建议。

编 者

1995. 8.

目 录

第一章	用物理眼光观察物质世界·····	(1)
第二章	固体 ·····	(13)
第三章	液体的性质 ·····	(29)
第四章	气体与气压 ·····	(55)
第五章	热与热现象 ·····	(63)
第六章	简单机械·····	(101)
第七章	原动机·····	(124)
第八章	声音·····	(138)
第九章	磁学基础·····	(155)
第十章	光学·····	(164)
第十一章	电学及其应用·····	(223)
第十二章	力和运动——工程技术的基础·····	(359)
第十三章	飞行学知识·····	(400)
第十四章	原子结构与原子能·····	(413)

第一章 用物理眼光观察物质世界

1.1 为什么要学物理

你若翻翻这本书,就会明白许多有关气球、汽艇、机械、发电机、飞机、收音机、电视机和摄像机等的基本原理。这里我们也介绍了许多自然界中非常简单的法则。我们之所以这样做,是因为从事物理工作的人,首先必须观察自然并研究自然法则,以便运用它,从而不断地改造世界,建设美好的未来。

怎样牢固地掌握物理知识,怎样正确地解释自然界的各种物理现象,我们先介绍一位研究工作者,作为榜样。

300 多年前,世界上没有铁路,没有汽车,更没有飞机,传递邮件的马车在坑坑洼洼的道路上一颠一簸地行驶着,夜里,家家点的不是蜡烛,就是油灯。在德国马格得堡市有一位名叫格里克的人,他出身于贵族家庭,学过法律、数学、物理,懂得几种语言。他既当市长,又是工程师和外交官,此外,他还潜心研究过许多自然科学问题。虽然今天的科学家,正在不断揭开原子的奥秘,可是在那个时代,人们只能探索一些非常基本的问题,比如说,“能不能有没有空气的空间?”在长达几百年的时间里,一派学者认为没有这样的空间存在;另一派则认为有这样的空间存在。但他们作了许多研究,撰写论文,发表讲演,争来争去,谁都没能说服对方。对于这个问题,格里克决心搞个水落石出,但他不是用言词,而是通过实验,他让人搬来一只密封得特别好的啤酒木桶,在里面装满水,并把一台泵装在桶上,把桶口堵严实,以免空气进去,然后派两个壮汉操作这台泵,把水从桶内抽出来。实验开始了,活越干越重。当他们一旦停下来喘喘气时,格里克便听见从桶里发出了“滋滋”的声音。他想了想,终于明白了,是往外抽水时,空气通过木板的毛细孔从

外面钻进啤酒桶所致。看来用这种办法制造没有空气的空间不行，于是他不得不另想办法再做实验，不久之后，他想出了个绝妙的主意，把要抽空的桶放进一只大一些的桶里，大桶里同样装满水，这样抽水时空气就进不去了。他指挥开始抽水，这次由三个人操作，最后把里面桶里的水抽干了。但正当格里克要为自己制造了一个没有空气的空间而好好庆贺一番时，桶里又发出了奇异的声响。三天以后，他发现抽干了的桶里又有水了。水从外边桶里透过木板进到里面的桶里去了！他不得不再从头做起，并认识到，做这种实验，用木桶不行，于是他决定用空心铜球代替木桶。铜球里的空气被抽出之后，忽然，“嘭”的一声，原来整个铜做成的桶全给压扁了。在场的人们头一回看到了空气的巨大力量。于是格里克觉得，需要细致地加工出一只铜球，特别是壁要做得厚一些，以便能抵抗住这种破坏性的压力。铜球作出之后，试验再次开始。终于这次试验成功了，球被抽成了真空。再把铜球与外界接通时，空气立即射进空球内，其力量之大，使围观的人们惊讶得连气都喘不过来。格里克把他的实验写成《关于无物空间的马格得堡新试验》的论文，于1672年发表了。

你肯定知道我们如此详细叙述这个故事的用意。在物理学中，哪种意见正确，是要由实验来决定的。这位马格得堡市的市长曾经说过：“关于研究自然界的问题——物理学当然是其中的一部分，只是诉诸漂亮的演讲，只是凭辩论的东西，是毫无价值的。事实——就是我们取得的实验结果，才能说服我们，使我们相信事情是真实的。”这句名言，300多年后的今天并未过时。假如你对某个物理问题形成了一种看法，又用实验成功地证明了它，我们才能承认你的观点是正确的。有人说，实验就是向大自然提问题，只有问题提得对，大自然才会回答你。因此，每一次实验都必须仔细计划，认真操作，老实地观察实验结果。

另外，这个故事特别值得注意的是，格里克的实验第一次让人

们看到：空气具有意想不到的巨大力量。一个世纪之后，英国造出了世界上第一台蒸汽机。如果没有关于空气压力的基本知识，那台蒸汽机恐怕就设计不出来。就我们所知，格里克在实验时根本也没有想到过“大机”（后来才叫做蒸汽机）这个东西。他做实验，搞研究，只不过想探究自然界那些“神秘”的问题。在他之后的许多物理学家都抱着这种态度，直到今天，这仍然是物理研究工作者的指导思想。对于当今想要了解物理变化本质的青少年朋友来说，我们的建议是：

进行实验，细心观察，精确测量，结论正确！

1.2 物体的状态

1.2.1 给物体分分类

我们一听到“物体”这个词，便容易想到自己的身体。但是，物理学家使用这个词时，它的含义要广得多。一般说来，我们周围一切物质的东西都是物体。让我们看看周围的一切。首先是用手抓得着的东西——**固体**，桌子和盘子，榔头和凿刀等等。水龙头供给我们最熟悉的水——**液体**，油、汽油、醋等也都是液体。我们拧开煤气开关，煤气就会跑出来，它是**气体**，我们即使不点燃它，只凭它的气味，也能感觉到它的存在——它一喷出阀门，很快就在房间里扩散开了。再说包围着我们的空气，虽然看不见也闻不着，但它也是物体。这很容易证明：假如你顶着强劲的气流走路时，你一定觉察到看不见的空气也是物质性的东西。

固态、液态和气态是物体存在的三种形式。

问答题：

1. 从侧面吹开一片平放的纸，为什么比吹开一个纸团困难得多？
2. 饭店老板、焊接工人的玻璃瓶子里装的是什么？
3. 水通常是液态，但它容易转化成另外两种状态。这两种状态叫什么名称？这种转化是怎样发生的？

1.2.2 物体都有体积

世界上一切物体按存在状态可分为**固体、液体、气体**三大类，那么物体的共同性质是什么呢？首先肯定，固体，例如一块石头，它占据一个地方，即**空间**。什么地方有了它，就不能同时有别的物体，空气也不能有。如果把一个固体移往另一个地方，我们将看到，空气会因此而运动起来。让一本书（如一本大字典）迅速落在桌子上，我们将看到放在桌子上的轻纸团要被排开的空气带走。当我们把液体倒入玻璃杯时就会看到，液体同样占有一定空间。气体也能占有一定空间，但要发现这一点，除非我们嗅到有味气体的气味，因为要观察到气体的存在是比较困难的。

用下面的实验可以证明气体占有一定空间：

〔实验 1〕 在一只很深的盘子里装满水，让一块软木塞漂在水面上。然后拿一个漏斗，接上一段橡皮管并用夹子把它的溢流管夹住，再把漏斗的开口压入水中深处。水并不进入漏斗。——一旦松开截流夹子，空气便咝咝地冲出来，能把放在橡皮管口的蜡烛火焰吹灭。与此同时，水也进入漏斗，直到上升高度等于周围水面的高度为止，如图 1-1 所示。

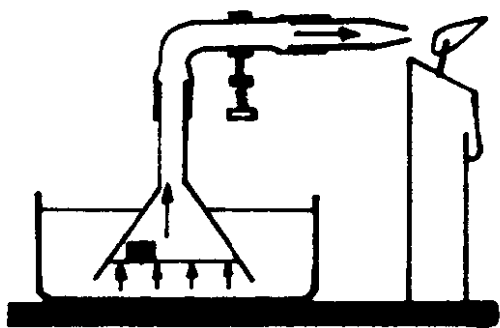


图 1-1

这就说明，空气占据了一定空间。概括起来可以说：

一切物体都占据一定的空间；这个空间称为它们的体积。

一切物体都有体积，但其体积差别却很大。就说我们的身体、桌子、椅子和篮球吧，它们都是固体，都有一定的形状，我们可以根

据它们的形状来辨别它们（图 1-2）。

固体有确定的体积和一定的形状。

液体就不一样。瓶子里装的水，水的形状取决于瓶子的形状。

把水装在形状不同的瓶子里,它的形状就不同(图 1-3)。

液体有确定的体积,但无确定的形状。液体的形状就是盛这种液体容器的形状。

气体却完全不同。要是我们拧开煤气罐上的阀门,不点火(当心!),那么煤气就扩散到整个厨房里去了,而且还能通过门缝钻到别的房间里去,简直无孔不入,别的房间里已经有别的气体,这时两种气体便互相混合在一起(图 1-4)。



图 1-2

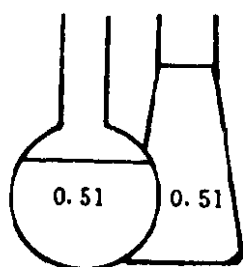


图 1-3

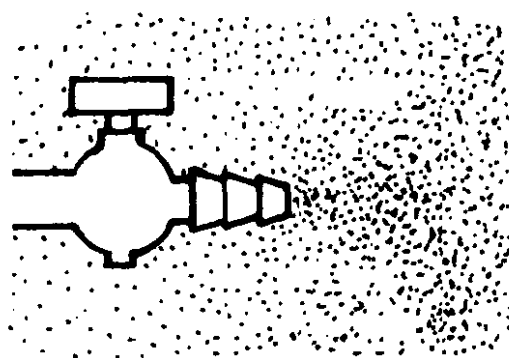


图 1-4

气体无确定的体积和形状,但它能占据任何空间。

对于物体参与的许多物理变化过程来说,物体占有的空间,即它的体积,是非常重要的。因此我们必须精确地测出物体的体积,也就是说,我们必须学会**测量**。我们学过数学,肯定知道,如果测出了一个正六面体的长、宽、高,只要把测得的三个数字相乘,就得出这个六面体的体积。我们测定物体的三维线度——长、宽、高,实际上就是用标准长度单位去同它们进行比较。

1.3 基本测量

1.3.1 长度测量

图 1-5 画的是用人体几个部分作单位的几种长度计量单位。欧洲直到大约 100 年前,还通用这些单位。那时候,各个国家,甚至

一个国家的不同地区,使用的单位都不相同。长度单位五花八门,

使用起来很不方便。1875 年 17 个国家的代表在法国巴黎开会,议定以“米制”作为国际通用的计量制度,签订了公约,并且成立了国际计量局,制成铂铱合金原器,作为长度和质量的国际标准。公约规定:长度单位为米(m)。1 米就是该原器在冰的熔点时两标线间的距离,约等于通过巴黎子午线长度的

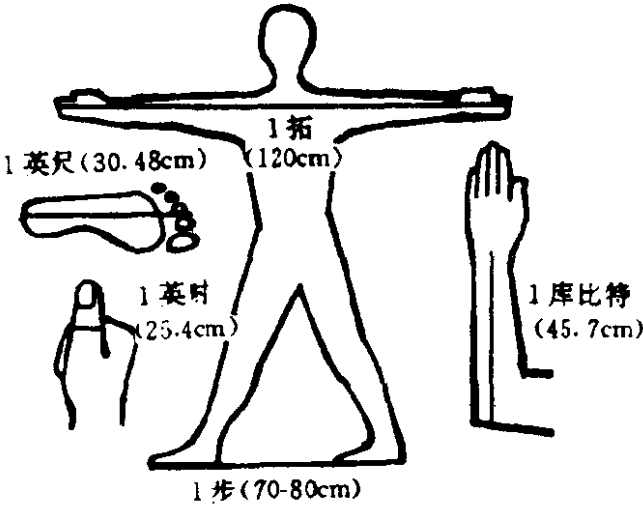


图 1-5

的 4000 万分之一。

为了测量大于和小于 1 米的长度,相应地制订了更大和更小的长度单位(表 1-1)。

如果要测量的长度比较长,例如在体育竞赛中,就得使用卷尺。如果距离短,又要测得精确,可以用游标卡尺,其精度可达1/10 毫米(图 1-6)。

表 1-1 测量单位一览表

长度	面积	体积	质量
10 毫米 =1 厘米	100 平方毫米 =1 平方厘米	1000 立方毫米 =1 立方厘米	1000 毫克 =1 克
10 厘米 =1 分米	100 平方厘米 =1 平方分米	1000 立方厘米 =1 立方分米	1000 克 =1 千克
10 分米 =1 米	100 平方分米 =1 平方米	1000 立方分米 =1 立方米	1000 千克 =1 吨
(1000 米 =1 公里)	(100 万平方米 =1 平方公里)		

游标卡尺上有一可以沿主尺移动的小标尺。在它上面除零位

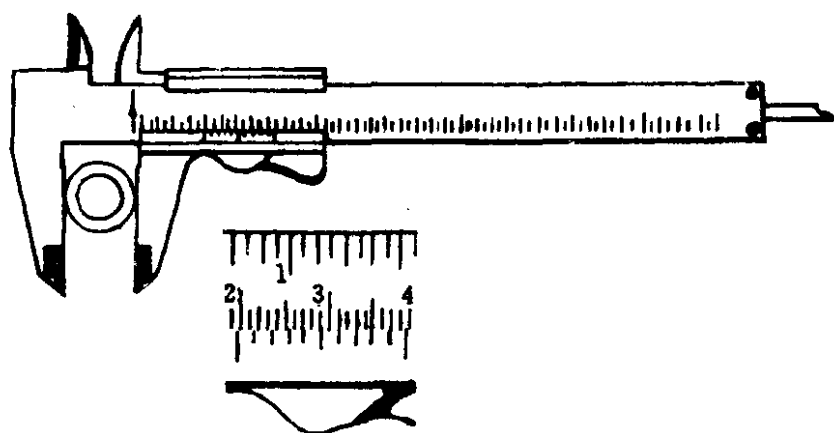


图 1-6

刻线之外,还有 10 条刻线,刻线间距为 1.9 毫米。这个小标尺叫做游标。主尺上的最小刻度以毫米为单位。例如测量时游标的第 6 道刻线与主尺上某一刻线重合,那么游标的零位就在主刻度线右侧 0.6 毫米处,即可从游标上读出不满 1 毫米的测量值,而主尺上的刻度则告诉我们所测出的毫米整数值。在图 1-6 上,垫圈的直径是 19.6 毫米。测量内径和深度时怎样使用游标卡尺呢? 比如,我们钻了一个孔,怎样才能知道它的深度?

螺旋测微计(又叫千分尺,见图 1-7)的丝套,分为 50 等分。使用时旋转一整圈,螺旋移动 0.5 毫米,即圆形刻度盘上的一个刻度等于 $\frac{1}{100}$ 毫米,而丝杆上横线下

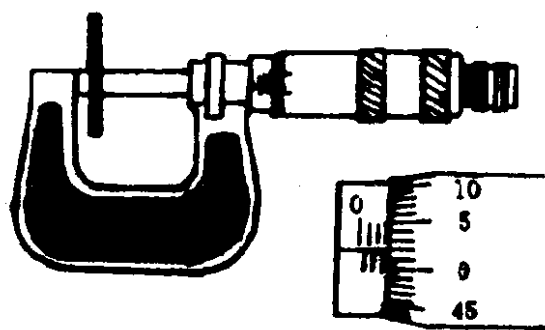


图 1-7

面的每个刻度表示 0.5 毫米,上面的表示 1 毫米。图中测得的厚度是 3.52 毫米。

问答题:

1. 你的手宽是多少厘米?
2. 你的食指有多长? 你的大拇指有多宽?

3. 你的脚有多长? 你有多高? 你平均每步有多长?
4. 请你用游标卡尺测出织毛衣针的直径和一根铁管子的壁厚。
5. 请用螺旋测微计测出一根铜丝有多粗(注意:测量时不要把铜丝弄变形了。精密测微计都有个防止螺丝压得太厉害的特殊装置。请你仔细看看,想想它是怎样起这种作用的。)
6. 让白铁工给你一些规格不同的白铁皮样品,你用螺旋测微计测出这些样品的厚度。

7. 从数学方面看,34 厘米和 34.0 厘米这两个测量结果是一样的,但从物理角度看,它们却有区别。区别在哪儿呢?

1.3.2 面积的测量

对于某些物理变化过程来说,物体的面积大小起着决定性的作用,例如炉子和散热器的表面积的大小。要测量面积,就得有面积单位,以便进行比较。

面积的单位是平方米(m^2)。1 平方米就是一个边长为 1 米的正方形的面积。

面积单位也有大有小,各有各的名称(见表 1-1)。

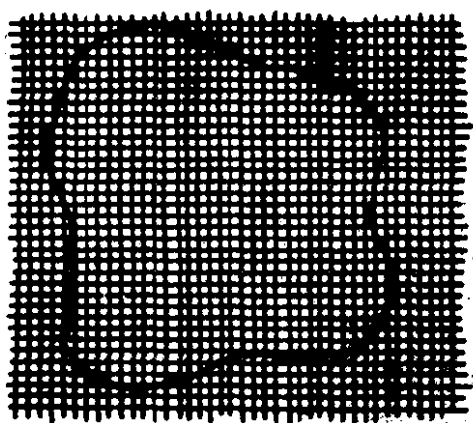


图 1-8

但面积的大小,实际上一般都不是用单位面积进行比较直接测量出来的,而是利用长度测量的结果计算出来的。例如长方形的面积,是用相同的单位(如米)测量两条边(长和宽),把测得的数字相乘,加上面积单位名称(如平方米),便得出了它的面积。

有一些形状特别不规则的面积,我们可以用一块具有平方毫米方格的透明纸把它们盖住,描下它们的轮廓,然后数一下轮廓线所包围的方格数,便可得出近似的面积(见图 1-8)。

问答题:

1. 请估计一下教室里黑板和窗户的面积。

2. 请估计一下你家一间房子和一面墙的面积各是多少,然后进行测量,看你估计得对不对。

3. 算出你家炉子的表面积。

4. 你们的校园面积有多大?

5. 我们祖国的面积是多大?

1.3.3 体积的测量

要测量体积,就得用体积单位进行比较。体积的单位是立方米(m^3)。1 立方米就是边长为 1 米的正方体的体积。

请你在教室的一个角上量出 1 立方米大的空间,看看你们教室能容纳多少个这样的

立方体。我们测量体积,通常需用比 1 立方米小的单位,以便表示更小的体积(见表 1-1)。

至于体积又小又不规则的不吸水的物体,可以用量筒来测量它的体积(图 1-9)。我们在量筒里装上水,读出水位,然后把要测量的物体放进水里,再读出水位。两次读数之差,就是这个物体的体积。

问答题:

1. 在 500cm^3 量筒的刻度标上,两条刻线之间的距离是多少 cm^3 ? 如果瞄准这个间距的十分之一,这只量筒的测量精度是多少?

2. 为什么图 1-9 中拴物体的线要很细?

3. 量筒里的水面并不绝对是平的,其边缘高一些。读数时要读水面最低处的数字。为什么水面的拱形对测量结果没有影响?

1.4 物体的重量与质量

1.4.1 一切物体都有重量

所有物体都占据一定的空间。此外,它们还有一个共同点,就

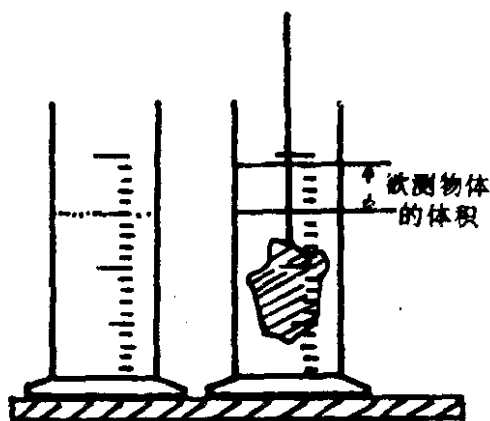


图 1-9

是都有一定的重量。当我们举起一个物体(如一块石头),我们的肌肉就得紧张,因为那个物体的重量把它往下压。我们给桶里装水,然后将它提起来时我们的肌肉也会感觉到液体的重量,那么气体的情况怎么样呢?

为确信气体(如空气)也有重量,需要做下面的实验。

[实验2] 取一容积至少为1升的圆形烧瓶,用橡皮塞塞好,接上龙头管子后用天平称出它的重量。这时天平处于平衡状态。然后将一根带有短玻璃管的橡皮管子套在龙头管子上。打开龙头,用力吸出烧瓶中的空气,并关紧龙头,拔下橡皮管,再称烧瓶重量,结果烧瓶变轻了。这时再打开龙头,便可听到空气进入烧瓶时发出的丝丝声。最后,我们看到天平又恢复了平衡(图1-10)。

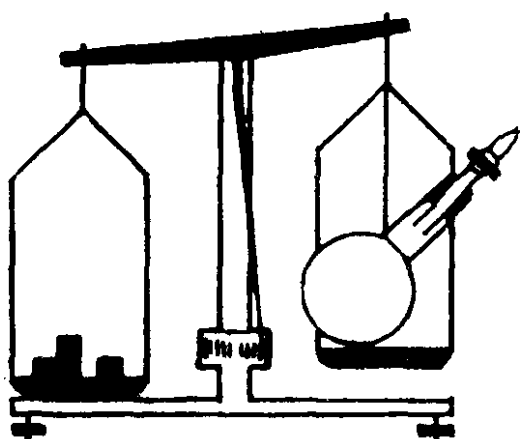


图 1-10

各种气体都有重量。如果刚才烧瓶中装的不是空气,而是别的气体,同样可以测出它的重量。这样,我们可以得出结论:

所有物体都有重量。

我们是通过物体有向下拉或压的力量来觉察到它们的重量的。我们松开手里拿的物体,

它们就会向着地心往下落。**物体的重量,就是把物体向着地球中心拉的力量。**

日常生活经验证明,地球具有把所有物体拉向自己的引力。重力就是这种引力。由于重力的存在,物体就有了重量。

这样的重力不仅地球有,所有其他星球都有。只不过物体在那些星球上的重力大小与在地球上的不同罢了。天文学家已经测量出来,月球施加给位于它上面的物体的重力只有地球的 $1/6$,木星产生的重力是地球的 2.5 倍,太阳产生的重力是地球的 28 倍。

1.4.2 物体的质量与重力

1969年7月21日3点56分(中欧时间),美国阿姆斯特朗第一个登上了月球。他在报告从“阿波罗2号”登上月球时说:“我们开始得适应一下重力的变化。一个人在月球跳6米高,不是什么难事。可是别忘了,他身体的质量并没有变化。我们猛地一下撞在岩石上跟在地球上撞在石头上一样痛。于是我们便学习在重力减小的情况下,在这个地球卫星上怎样走路,怎样跳跃。”同一个人,虽然从地球上到了月球上,他这个人并没有变,但他的重量变了。这个事实促使我们要考虑一个根本问题:物体的重量到底是由哪些条件决定的?

根据日常生活的经验,我们知道重量是由这些条件决定的:① 物体的种类:一个铁球比一个同样大小的木球受到向下的拉力大;② 物体的数量:一个大铁球比一个小铁球受到的向下的拉力大;③ 物体所在的地点:把1个铁球放在极点上比把它放在赤道上时受到向下的拉力大。这是怎么回事?原来物体的重量本身就不是一个恒定的物理量。

把一个物体从赤道上运到极点上,它的重量虽然变了,但它所含有的物质数量并没有变化。物理学家把物体所含有的物质数量称为**质量**。只要没有给一个物体添加什么东西,或者从它上面取下什么东西,那么**该物体的质量是一个恒定不变的量**。也就是说,在物理意义上,我们必须把一个物体的质量(即它所含物质的恒定数量)同它的重量(它处于不同地方时所受地球吸引而产生的力)区别开来。

物理学上为了把质量和重量明确分开,在单位上也加以区别:用千克(kg)作质量的单位,用牛顿(N)作重力(重量)的单位,质量为一千克的物体的重量等于9.8牛顿或近似等于10牛顿。

必须说明,同一物体的重力取决于在地球上的地点。所谓“标准地点”,就是地球上的某些特殊地方。在那些地方,地球的引力是