

全国中等卫生学校教材

供医士、卫生医士、妇幼医士、放射医士、口腔医士、护士、
助产士、检验士、临床检验士、药剂士、中药士专业用

物理学

第 二 版

董品泸 主编

四川科学技术出版社

全国中等卫生学校教材

(供医士、卫生医士、妇幼医士、放射医士、口腔医士、护士、助产士、检验士、卫生检验士、临床检验士、药剂士、营养士、中药士专业用)

物 理 学

董 品 沪 主 编

张崇俊 余启伦

何近钦 方豪茂 编

董品沪

张 书 琴 主 审

长沙市卫生学校图书馆



CW0056941

四川科学技术出版社

全国中等卫生学校教材

物 理 学

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街 3 号) 邮编 610012
四川省新华书店发行 成都宇川印刷厂

开本: 787×1092mm 1/16 印张 16.5 字数 408 千
1986 年 5 月第一版 1996 年 5 月第四次印刷
1994 年 5 月第二版 印数 1495201—1685200 册

ISBN7-5364-0423-9/R·73 (课)

定价: 12.30 元

第 二 版 说 明

全国中等卫生学校11个专业使用的77种教材系卫生部1983年组织编写，于1985～1987年出版发行。

为进一步提高中等卫生学校的教材质量，培养合格的中等卫生人才，1992年11月决定对这套教材进行小修订。

这次修订基本维持原教材体系，只更正其中的错误和不当之处，在总字数不增加的前提下，修改的幅度一般不超过20%。主要修订的有：改正错误的内容、数据、图表等；删除淘汰的35种临床检验项目与方法；使用国家公布的名词与法定剂量单位等；更新陈旧的内容，如不符合《中华人民共和国药典》的内容，不符合医学模式转变的内容等；删除针对性不强、对中等卫生学校不适用的内容等。

本次修订由主编负责。因为时间紧，改动范围不大，部分教材未能邀请第一版全体编审者参与工作，特此说明。

卫生部教材办公室

1993年6月

第二版前言

原版教材在几年的使用过程中,普遍反映在课时少的情况下,内容偏多,个别地方偏深。此次,根据卫生部科教司的修订原则,我们作了一些修改。例如,删去了匀变速直线运动公式、简谐振动方程、动能和势能公式的推导、电场强度和电势公式的推导、串并联电路、电感和电容对交流电的作用,以及原子核的结合能、裂变和聚变等内容。作为医学基础课,内容上注意了与医学的适当结合,以及与初中、后继课的衔接。阐述时力求文字通畅、准确、易懂。增加了习题的形式和量,便于教师选用和学生复习。

修改后的教材共8章,内容包括力学、振动、波动和声、热学和分子物理学、电磁学、电子技术初步与电磁振荡、光学、原子物理学和物理实验等。第八章供学生阅读参考。

参加修订教材的均是原编者,他们是浙江金华卫生学校的方豪茂(第一章)、陕西省卫生学校的何近钦(第二、三章)、重庆卫生学校的余启伦(第四章)、华西医科大学的张崇俊(第五章和学生实验)、成都卫生学校的董品泸(第六、七、八章),由董品泸担任主编。全书插图由张崇俊绘制。

在教材修改过程中,福建卫校、无锡卫生校、北京卫生校、万县卫校和乐山卫校等的物理教师提出了许多宝贵意见,在此一并致谢。

由于我们水平有限,教材中存在的缺点和错误,希望各校师生不吝赐教和指正。

编者

1994年5月

绪 论

一、物理学研究的对象

人类赖以生存的自然界，是由各种各样的物质构成的。物质的固有属性是运动。没有运动的物质和没有物质的运动，都是不存在的。地球的运行、微观粒子的运动、生物的代谢和人的思维等，都是物质运动变化的例子。物理学是研究物质的最基本、最普遍的运动形式和规律的科学。它研究的内容包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内的运动等。物理学研究的这些运动，普遍地存在于其他高级的、复杂的物质运动形式之中。例如，化学反应中都包含有分子运动以及热和电的现象，人体中的神经运动包含着复杂的电学过程。一切自然现象，包括有生命的和无生命的在内，都毫无例外地要遵循能量守恒定律、万有引力定律等物理定律，正是由于物理学所研究的规律具有极大的普遍性，使得物理学的基本知识成为研究其他自然科学所不可缺少的基础。

在初中物理课中，同学们已经初步学习过机械运动、热运动、电磁现象和光现象等的知识，懂得了许多物理概念，如质量、压强、功和能、电流、电阻和电压等，理解了一些物理定律，如惯性定律、欧姆定律和光的反射定律等，这使我们对物质世界有了初步的认识。

物理知识是从生产实践和科学实验中总结建立起来的。目前，物理知识已经很丰富，应用也非常广泛。但同学们在初中阶段只学习了一些浅显的物理知识，学习的面也比较窄，更多的是一些现象的叙述，偏重于定性方面的知识。为了后续课的学习和今后工作的需要，还应进一步地学习物理学。

在中等卫校的物理课中，同学们将要学习一些物理现象的本质和定量关系。例如，在力学中要学习牛顿运动定律、力的合成、功和能、流体力学的知识等，在电、磁、光学中，要学习一些定量关系，还要学习原子物理学的初步知识等，目的在于使我们的物理知识较初中的水平有较大的提高，增强我们运用物理知识来分析问题、解决问题的能力，以适应医学科学的需要。

二、物理学和医学的关系

物理学导源于人类的生产活动和科学实践。它的形成和发展，是和其他学科相辅相成的。在医学领域中，它是探讨机体内部生理和病理的特点、性质、过程等方面的基础之一。例如，人体内部发生的生理过程和物理过程相联系；神经传导的过程和电现象相联系；人体体温的调节跟热现象及能量的转换过程相联系。没有物理学的知识，就很难理解这些生理过程的机理，而且，人类生活在大自然中，生活环境对人体也有很大的影响。例如，温度、湿度、压强、电磁场和放射线等，与人的生存关系甚为密切，如果不了解这些物理因素的规律，就不可能了解人体在这些外界条件下活动的规律。

在基础医学的研究和医学的预防、诊断、治疗、药物制备和检验等方面的发展中，物理学的方法和技术是其有力的工具。例如，显微镜、X射线（X—CT）、超声波、激光、放射性核素、核磁共振等的诊治，都是物理学的研究成果在医学上应用的范例。物理学的任何一个重要发明、发现和新理论的建立，可以说几乎没有一个不被医学采纳运用的。大量采用物理学的设备和方法，已成为现代医学的一个特征。事实上，物理学对医学的巨大变革起了重大作用：显微镜的发明和电学理论的问世，使属于解剖水平的医学，衍生出了细胞学、组织胚胎学、病理学、微生物学和寄生虫学等，使医学发展到了细胞水平。自从电子显微镜诞生后，医学又进入到亚细胞水平（超显微结构水平）。X射线衍射技术、波谱技术、电泳、色谱仪等的发明等，又使医学进入到分子生物学水平。所以，物理学既是生命科学的基础，又推动着医学不断向前发展。因此，作为现代的医学工作者要想顺利地搞好工作，就必须具备一定的物理基础知识。

三、怎样学好物理学

根据物理学的特点，要学好物理课应注意下面几个问题：

（一）正确理解概念和牢固掌握规律

学习物理时，会遇到许多概念和规律，这些概念和规律反映了物理现象的本质和现象之间的相互关系。对于概念要了解它的物理意义，了解为什么要建立这个概念，它是说明什么问题的。对于物理量应明确它的大小决定于什么条件、如何测量和单位的规定等。学习物理规律时，要深入了解它的意义，掌握各有关量之间的关系，注意其适用范围并运用它们去正确解释现象、分析和解决问题等。

在学习过程中，只有勤于动脑，善于思考，才能发现物理现象的实质，形成物理概念，导出规律，正确而深刻地领会物理知识，在认识上实现从感性到理性的飞跃，从而使所学的知识系统化、网络化。

（二）做好物理实验

物理学是一门实验科学，实践是物理知识的源泉。自从伽利略创立用实验方法研究物理现象以来，物理学得到了飞速的发展，近代物理学的兴起和发展，都是在实验的基础上取得的。例如，观察、研究电流使磁针偏转的现象，使人们认识到电流周围存在着磁场；通过对放射线的研究，认识了原子核的复杂结构等。整个物理学的发展史告诉我们，物理学的知识来源于实践，特别是来源于科学实践，所以在学习物理知识的过程中，必须充分重视实践的重要作用。物理实验是实践活动的重要环节，通过实验可以创造条件使某些现象特别是瞬时即逝的现象再现，并对它作细致地、多方面地观察，也可以改变条件以观察、认识物理过程是怎样演变的。经过实验的分析和综合，进一步理解物理概念和定律是怎样在实验基础上建立起来的，从而帮助我们形成概念，理解概念，进而巩固所学的规律，并加以灵活地运用。由此可见，认真做好实验是非常重要的。

（三）充分运用数学知识

物理学中许多概念和规律之间存在着一定的数量关系，常常要用数学公式来表示。例如，初中学过的速度公式 $v = S/t$ ，液体压强的公式 $p = F/S = \rho gh$ ，欧姆定律的公式

$I = \frac{U}{R}$ 等。把概念和规律写成公式后，显得特别简单、明确，不易发生对同一概念或规

律的不同解释，而且便于运用它们来进行分析、推理和论证。对于物理公式，首先必须弄清楚各个符号所表征的物理量，并注意公式的使用条件。计算问题时，要分析问题的性质、各现象之间的内在联系、已知和未知条件，然后认清它们所遵循的定律和相应的数学公式。物理规律还常常用函数图象来表示，图象的优点是直观。数学知识在物理学中应用如此广泛，以致成了它不可缺少的研究工具，因此，我们必须认真学好数学知识。当然，在用数学知识表征物理概念和规律时，要注意它的适用条件，不能无限制地外延，以致得出荒唐的结论。

（四）做好练习

学习物理知识很重要的方法，是理论联系实际。理论联系实际主要是指将所学的知识运用到实际中去，是再实践、再认识的过程。只有经过运用，才能加深对所学知识的理解，逐步运用所学知识去解释一些物理现象，解决一些简单的实际问题。

学习物理知识，做练习是一种经常使用的联系实际的方式。物理课文中的叙述和例题，一般也是适当地联系了实际问题的。因此，除了上课专心听老师讲课外，课后还要认真复习课文，并在此基础上做好练习。做练习时，要联系自己的经历多想想，不能只满足于得到一个解答。通过经常地、有针对性地做练习，这既可以帮助我们加深对所学知识的理解，把物理知识学得更好更活，又可以培养我们分析问题和解决问题的能力。

目 录

绪 论	(1)
一、物理学研究的对象	(1)
二、物理学和医学的关系	(1)
三、怎样学好物理学	(2)
第一章 力学	(1)
第一节 运动与力	(1)
第二节 流体力学	(14)
习题一	(25)
第二章 振动、波动和声	(31)
第一节 振动	(31)
第二节 波动	(34)
第三节 声	(36)
习题二	(42)
第三章 热学和分子物理学	(45)
第一节 热学	(45)
第二节 气体的性质	(49)
第三节 液体的表面现象	(53)
第四节 湿度	(60)
习题三	(66)
第四章 电磁学	(69)
第一节 电场	(69)
第二节 直流电	(78)
第三节 磁场 电磁感应	(86)
第四节 交流电	(95)
第五节 磁疗和电疗	(100)
习题四	(101)

第五章 电子技术与电磁振荡	(108)
第一节 电子技术	(108)
第二节 电磁振荡与电磁波	(120)
习题五	(126)
第六章 光学	(128)
第一节 光度学	(128)
第二节 几何光学	(132)
第三节 物理光学	(152)
习题六	(164)
第七章 原子物理学	(169)
第一节 原子能级	(169)
第二节 激光	(174)
第三节 X射线	(176)
第四节 放射线	(179)
第五节 射线的剂量及防护	(183)
习题七	(185)
第八章 阅读材料	(188)
第一节 心电图	(188)
第二节 电子显微镜	(192)
第三节 X—CT	(194)
第四节 核磁共振	(196)
学生实验	(199)
绪 论	(199)
实验一 长度的测量	(202)
实验二 验证力的平行四边形定则	(205)
实验三 液体粘滞系数的测定	(207)
实验四 验证气体状态方程	(210)
实验五 测定空气的相对湿度	(212)
实验六 测定液体的表面张力系数	(213)
实验七 静电场的描绘	(215)
实验八 测定电源电动势和内阻	(217)
实验九 万用电表的使用	(218)
实验十 用惠斯通电桥测电阻	(223)

实验十一	电磁感应现象	(225)
实验十二	照明电路的安装	(226)
实验十三	示波器的使用	(228)
实验十四	整流和滤波	(232)
实验十五	晶体三极管放大器	(234)
实验十六	变压器	(235)
实验十七	测定玻璃的折射率	(237)
实验十八	测定凸透镜的焦距 研究物象间的关系	(238)
实验十九	用分光镜观察光谱	(240)
实验二十	光电比色计	(242)
实验二十一	观察光电效应现象	(243)
实验二十二	照相机的使用	(245)
附 录		(247)
附录一	国际单位制 (SI)	(247)
附录二	本书常用的物理恒量	(248)
附录三	希腊字母	(249)
附录四	国际单位制词冠	(249)
附录五	各专业课时间安排表	(250)

第一章 力 学

在物质的一切运动形态中,最简单的一种就是物体之间或者一个物体各个部分之间相对的位置变动,称为机械运动。例如,车辆、船只、飞机的运动;飞轮的转动;弹簧的振动;水和空气的流动等。力学研究的对象,就是机械运动的性质和它的客观规律。其他物理现象,如热现象、电磁现象中都伴随着机械运动。因此,力学知识也是研究物理学其他部分的基础。

力学知识同样是医学科学的基础之一。我们在讨论人体各种生理和病理的过程中,就要广泛地运用到力学知识。例如,要理解血流、血压、人体内的能量转化等,就需要首先弄懂压强、功、能等有关的力学知识。

第一节 运动与力

一、质点、位移、速度和加速度

机械运动的形式是各种各样的,就物体运动轨迹来说,有的作直线运动,有的作曲线运动。物体运动时,有的运动得快,有的运动得慢,有的时快时慢。为了描述它们的运动规律,常用到质点、路程、位移、速度和加速度等有关物理量。

质点 物体在运动过程中,其位置是随着时间在不断地变化着的,因此,研究物体的运动,首先应确定它的位置。物体都具有一定的大小和形状,在运动中物体上各点的位置变化一般是各不相同的。所以,要精确地描述物体的位置及其变化,并不是一件简单的事情,但我们发现,在某些情况下,物体的大小和形状,在研究的问题中,可以忽略不计。因此,可以不考虑它的大小和形状,从而使问题简化。在这种情况下,可以把物体当作一个具有物体全部质量的点来看待,这样的点叫做**质点**。例如,研究地球绕太阳的公转,由于地球的直径(约 1.28×10^4 千米)较之公转运动轨道的直径(约 1.50×10^8 千米)要小得多,就可忽略地球的大小和形状,把地球当作一个质点看待。但在研究地球的自转时,如果仍然把地球当作质点看待,显然就不对了。

一个物体,如果它各个部分的运动情况相同,那么,只要知道它的任何一点的运动,就可以知道整个物体的运动。在这种情况下,也可以把整个物体当作质点看待。因此,一个物体是否可以抽象为一个质点,应根据问题的具体情况而定。这一章和以后各章中,我们所研究的物体,通常都可以当作质点来看待。

质点是一个理想的模型。在物理学中,常常用理想的模型来代替实际研究的对象,以突出现象的主要方面,从而便于研究问题。

位移和路程 质点在运动过程中,它的位置随着时间而改变。为了确定运动质点的位置变化,我们引入一个叫做**位移**的物理量。设质点原来在位置A,经过一段时间,沿

路径C运动到位置B(图1—1)。在这段时间内,质点的位置改变是由A到B,位置改变的大小等于直线AB的长度,方向是由起点A指向终点B,质点的位移就是从初位置A指向末位置B的有向线段。象位移这样不仅要知道它的大小,而且还要知道它的方向,才能完全确定的物理量,叫做**矢量**。初中学过的力、速度,现在学的位移等都是矢量。仅由大小就可以完全确定的物理量,叫做**标量**,初中学过的路程、时间、温度等都是标量。

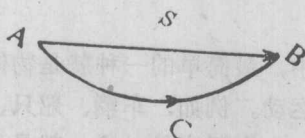


图1—1 位移和路程

位移与路程是不同的物理量,路程是质点运动所经过的路径的长短。如图1—1中所表示的曲线ACB的长度,就是质点从A点运动到B点所通过的路程,而位移是反映质点的位置变化,它与质点沿什么路径运动无关。

位移与路程的单位相同,在国际单位制中,它们的单位是米(代号是m)。

速度和加速度 初中已经学过匀速直线运动的规律,实际上匀速运动是比较少见的,平常我们看到的运动,大多是非匀速运动。例如,火车出站时,速度总是越来越快,而进站时速度又越来越慢。象这种速度随时间变化的运动,叫做**变速运动**。变速运动的形式很多,在直线上的变速运动,叫做**变速直线运动**。

变速直线运动的特点是运动快慢不均匀,即在任何相等的时间内位移不是都相等。那么,对于变速直线运动,怎样来表示物体运动的快慢程度呢?在日常生活中,常用平均速度来表示物体运动的快慢。例如,有一个人在2小时内步行了10000米,其中在第一小时内走了4000米,第二小时内走了6000米,那么,2小时内他步行的平均速度则应为

$$\frac{10000}{2 \times 60 \times 60} \text{米/秒} \approx 1.4 \text{米/秒}.$$

在变速直线运动中,运动物体的位移和所用时间的比值,叫做这段时间里的**平均速度**。如果用 v 表示平均速度,那么

$$\overline{v} = \frac{s}{t}$$

平均速度 v 的单位和速度单位一样,在国际单位制中,它的单位是米/秒,读作米每秒(代号是m/s)。

在上例中,步行的人在2小时内的平均速度是1.4米/秒。实际上在前1小时,他走得慢些,后1小时走得快些,即他的速度有时要比1.4米/秒大一些,有时又比1.4米/秒小一些。这说明平均速度只能粗略地描述物体在一段时间内的运动情况,为了精确地描述物体的运动过程,需要知道物体在每一时刻(或位置)的运动速度。运动物体在某一时刻(或某一位置)的运动速度叫做**即时速度**,简称**速度**。例如,我们说某一运动物体在第一秒末的速度是9.8米/秒,就是说第一秒末这个时刻的速度。在比第一秒末稍前的另一时刻,或稍后的另一时刻的速度都不是9.8米/秒。对于某一位置的速度,也可以同样地理解,即在比这个位置稍前的一点,或稍后的一点,物体的速度都不同于这个位置的速度。运动的初时刻和末时刻的速度,分别叫做**初速度**和**末速度**。

在技术上,常常用特殊的仪器(例如装在汽车上的速度计)来直接指出即时速度。

做变速运动的物体,它的速度是时刻在改变的。不同的变速运动,其速度的改变也

是不同的。例如，同时从静止开始运动的自行车和小汽车，经过相同的时间后，小汽车达到的速度比自行车大得多，这表明小汽车的速度增加得快。火车在进站以前是慢慢停下来的，但在发生紧急情况时却要很快地停止运动，在这两种情况里，火车速度减小的快慢也是不一样的。

怎样来表示速度改变的快慢呢？正象用位移跟时间的比值来表示物体运动的快慢一样，我们可以用速度的变化跟时间的比值来表示速度改变的快慢，这个比值越大，表示速度改变得越快。物理学中用加速度来表示物体速度改变的快慢。

在变速直线运动中，速度的变化和所用的时间的比值，叫做变速直线运动的加速度。

做变速直线运动的物体在 t 这一段时间内，速度从初速度 v_0 变到末速度 v_t ，速度的改变等于 $v_t - v_0$ ，用 a 表示加速度，那么：

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} \quad (1-1)$$

加速度的单位，由时间和速度的单位确定。在国际单位制中，加速度的单位是米/秒²，读作米每二次方秒（代号是 m/s^2 ）。

加速度有大小和方向，是矢量。

如果取开始运动的方向为正方向，初速度的数值总是正的。上式中，当 $v_t > v_0$ 时，加速度 a 是正值，表示加速度方向与初速度方向相同，物体作加速直线运动；当 $v_t < v_0$ 时，加速度 a 是负值，表示加速度的方向跟初速度方向相反，物体作减速直线运动。

例题 1 火车原来的速度是36公里/小时，经过5分钟速度增加到54公里/小时，火车在这段时间内的运动可以看作是匀加速运动，求它的加速度是多少？

解：已知 $v_0 = 36$ 公里/小时 = 10米/秒，

$v_t = 54$ 公里/小时 = 15米/秒，

$t = 5$ 分 = 300秒；

求 a 。

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{15\text{米/秒} - 10\text{米/秒}}{300\text{秒}} = 0.017\text{米/秒}^2$$

加速度是正值表示加速度的方向跟初速度的方向相同。

答：加速度是0.017米/秒²。

例题 2 汽车紧急刹车时，在2秒内速度从10米/秒减小到零，求它的加速度。

解：已知 $v_0 = 10$ 米/秒， $v_t = 0$ ， $t = 2$ 秒；

求 a 。

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 - 10\text{米/秒}}{2\text{秒}} = -5\text{米/秒}^2$$

加速度是负值表示加速度的方向跟初速度的方向相反。

答：加速度是-5米/秒²。

二、牛顿运动定律

力的概念 人们对力的认识，最初是从日常生活或生产劳动中，对物体推、拉、压等肌肉活动中得到的。用手推动小车、提起重物、拉长或压缩弹簧时，肌肉会感到紧张，

我们就说，人对小车、重物、弹簧用了力。不仅人对物体能发生力的作用，物体对物体也能发生力的作用。如机车牵引列车前进，机车就对列车施加了力。总之，**力是物体对物体的作用；一个物体受到力的作用，一定有另一个物体对它施加这种作用。力是不能离开物体而独立存在的。**

用力推小车，小车受到力的作用就会运动；关闭了发动机的汽车，受到车轮跟地面的摩擦力和空气阻力，速度会逐渐减小，直至停下来；高处落下的物体，受到地球的引力，速度会越来越快。这些例子说明，力使物体的运动状态发生了变化。用力拉伸或压缩弹簧，弹簧会伸长或缩短；锻锤锻压工件，工件的形状会发生变化。大量事实说明：**力的作用效果，是使受力物体的运动状态发生变化或使受力物体的形状和体积发生变化。**

力对物体的作用效果与力的大小、方向和作用点有关。通常把**力的大小、方向和作用点，称为力的三要素**。力是有大小和方向的物理量，所以**力是矢量**。

矢量可以用有向线段来表示。为了直观地说明力的作用，用有向线段来表示力。线段按一定比例画出，它的长短表示力的大小，箭头的指向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点，这种表示力的方法，叫做**力的图示**。

图1—2的有向线段表示作用在小车上100牛顿的力。

国际单位制中，力的单位是牛顿（代号是N），简称牛。

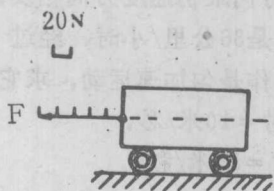


图1—2

牛顿运动定律 自然界里千变万化的运动，人类对它的了解是模糊不清的，直到17世纪末叶，英国科学家牛顿，在总结前人经验的基础上，经过深入的科学实验和研究，提出了牛顿运动三大定律，才从理论上阐明了力与运动的本质关系。

牛顿第一定律的内容是：一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。物体的这种保持原来的匀速直线运动状态或静止状态的性质叫做惯性，牛顿第一定律又叫做惯性定律。

汽车里的乘客知道，当汽车突然开动时，身体要向后倾倒，这是因为汽车已经开始前进而乘客由于惯性要保持静止状态的缘故。当汽车突然停止时，身体要向前倾倒，这是因为汽车已经停止，而乘客由于惯性还要保持原来的速度前进的缘故。一切物体都具有惯性。

牛顿第二定律的内容是：物体受到外力作用时，获得的加速度 a 的大小跟所受的外力 F 成正比，跟物体的质量 m 成反比，加速度的方向跟外力的方向相同。用公式表示为：

$$a \propto \frac{F}{m}$$

$$\text{或 } F \propto ma$$

上式写成等式为 $F = Kma$, K 是比例系数, 它取决于 F 、 m 、 a 的单位, 在国际单位制中, 使质量为 1 千克的物体产生 1 米/秒² 的加速度的力为 1 牛顿(N), 即 1 牛顿 = 1 千克·米/秒², 这样, 得到 $K = 1$, 上式写成

$$F = ma \quad (1-2)$$

这就是牛顿第二定律的公式。

牛顿第二定律说明, 只有受到外力作用的时候, 物体才有加速度; 外力停止作用, 加速度随即消失。如果物体受到几个力的合力等于零, 则 $a = 0$, 这时物体将保持匀速直线运动状态或静止。这与牛顿第一定律推导出的结论是一致的。

例题: 质量为 20 千克的护士推车, 若在水平方向上受到一推力作用, 推车得到的加速度为 0.2 米/秒², 求推力。

解: 已知 $m = 20\text{kg}$, $a = 0.2\text{m/s}^2$

由式 (1-2) 得:

$$F = ma = 20\text{kg} \times 0.2\text{m/s}^2 = 4\text{N}$$

答: 推力为 4 牛顿。

人体内血液能循环运动, 就是以心肌的收缩力作为动力的, 这个动力使血液能从心脏中以一定的加速度射入血管里流动。如果心力衰竭, 心肌收缩力下降甚至为零时, 血液从心脏射出的加速度也就降低甚至为零, 血液循环运动便发生障碍甚至停止。

牛顿第三定律的内容是: 两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反, 作用在一条直线上。

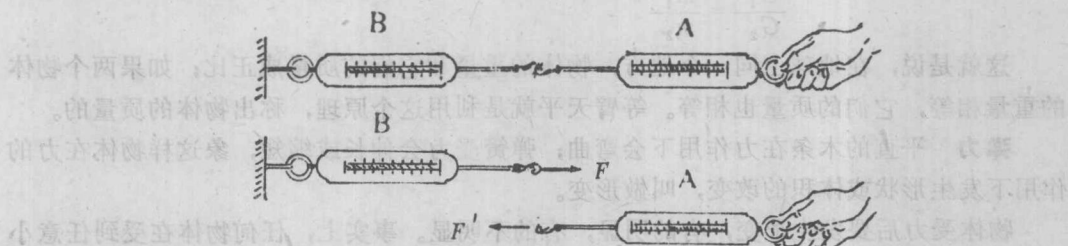


图 1-3 作用力和反作用力

如图 1-3 所示, 把两个弹簧秤互相勾住, 然后水平地拉紧它们, 我们发现, 两秤在同一直线上, 读数始终相等, 即 $F = -F'$ (负号表示二力的方向相反); 一旦松开, 它们的读数同时为零。

牛顿第三定律在生活和生产中应用很广泛。人走路时, 脚尖给地面一个向后的作用力, 地面也就同时给脚一个向前的、大小相等的反作用力, 使人前进。轮船的螺旋桨旋转时, 用力向后推水, 水也同时给螺旋桨一个反作用力, 推动轮船前进。

乍看起来, 牛顿第三定律好似初中学过的二力平衡, 都是作用在物体上的两个力。它们大小相等、方向相反、作用在一条直线上。但是, 二力平衡是两个力作用在一个物体上, 所以可以抵消, 而牛顿第三定律的两个力是分别作用在不同的两个物体上, 所以, 不能抵消。

三、几种常见力

力学中常见的力有重力、弹力和摩擦力。

重力 一切物体如果没有其它物体支持，都会向地面下落，因为地球对地球上的一切物体都有吸引作用。由于地球的吸引而使物体受到的力叫做**重力**，重力也常叫做**重量**。重力的方向，总是竖直向下的。

物体在重力作用下，总是迅速落向地面，若在没有空气的空间里，物体只受重力作用，从静止开始下落，叫做**自由落体运动**。实验证明，在同一地点，任何物体做自由落体运动时的加速度都是相同的，叫做**重力加速度**，常用 g 表示。目前国际上取 $g = 9.80665$ 米/秒²为重力加速度的标准值，在通常的计算中可以取 $g = 9.8$ 米/秒²。

拿一根长约1.5米，一端封闭，另一端有管口的玻璃筒（图1—4），把形状和重量都不同的物体，例如金属片、小羽毛等放入筒内，如果筒里有空气，在把筒到转后，这些物体落下的快慢互不相同。如果把筒里的空气抽去，这些物体落下的快慢就相同了。

如果用 G 表示物体的重量，用 m 表示物体的质量，用 g 表示重力加速度，那么，根据牛顿第二定律，得到：

$$G = mg \quad (1-3)$$

可见，质量和重量是两个有密切联系的物理量，但它们是完全不同的两个物理量。

物体的质量是表示物体中含有物质的多少，又是物体惯性大小的量度。质量是没有方向的，是标量。重量是地球对它的吸引而受到的力，重力是有方向的，是矢量。

在地球上同一个地方，各个物体的重力加速度都相同。如果有两个质量分别是 m_1 和 m_2 的物体，它们的重量分别为 $G_1 = m_1 g$ 和 $G_2 = m_2 g$ ，那么：

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

这就是说，在地球上同一个地方，物体的重量和它们的质量成正比；如果两个物体的重量相等，它们的质量也相等。等臂天平就是利用这个原理，称出物体的质量的。

弹力 平直的木条在力作用下会弯曲；弹簧受力会伸长或缩短，象这样物体在力的作用下发生形状或体积的改变，叫做形变。

物体受力后要发生形变，有的明显，有的不明显。事实上，任何物体在受到任意小



图1—4 自由落体运动