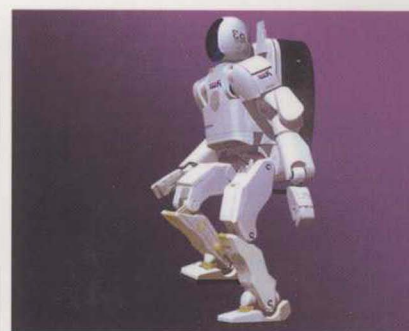
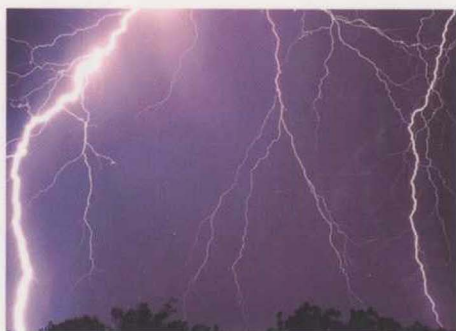
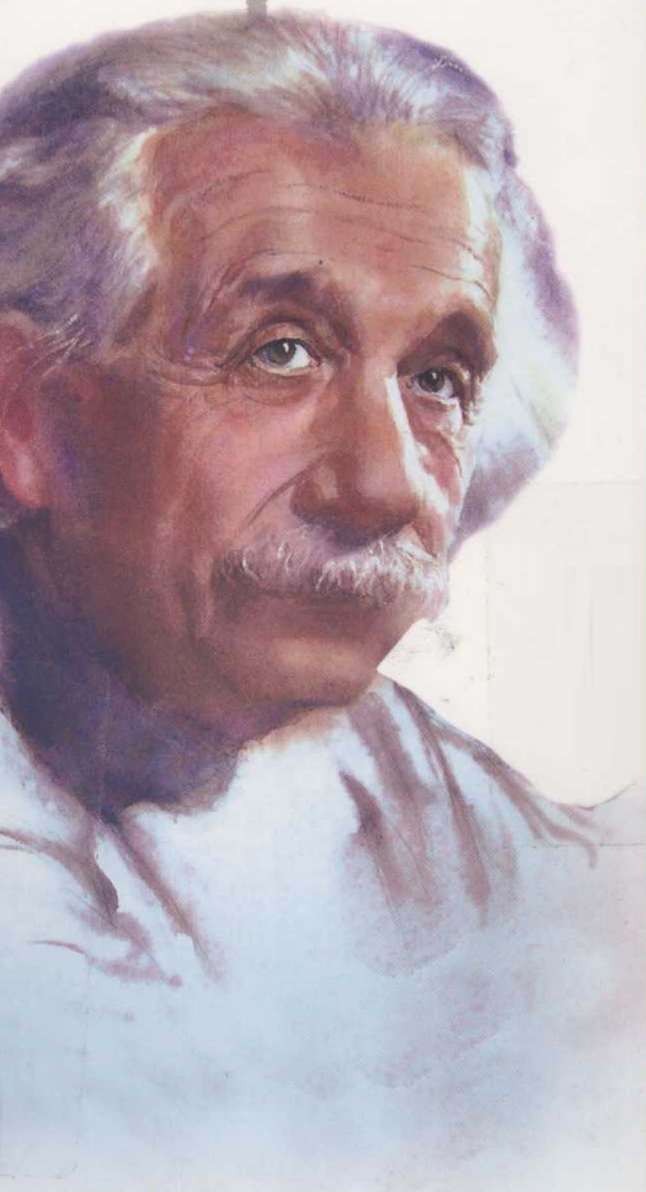


中國

TEENAGED  
ENCYCLOPEDIA OF CHINA

# 中学生 百科全书



## 物理

主編/卢勤 王杏村



中国大百科全书出版社



中国中学生百科全书

物 理

中国大百科全书出版社

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

中国中学生百科全书. 物理 / 《中国中学生百科全书》  
编委会编. —北京: 中国大百科全书出版社, 2009.5  
ISBN 978-7-5000-8091-6

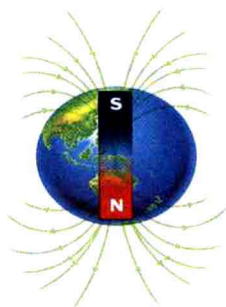
I. 中… II. 中… III. ①科学知识—青少年读物②物理学—青少年读物 IV. Z228.2 04-49

中国版本图书馆CIP数据核字 ( 2009 ) 第048301号

# 中国中学生百科全书

---

## 物 理



---

中国大百科全书出版社出版发行  
(北京阜成门北大街17号 电话 68363547 邮政编码 100037)

<http://www.ecph.com.cn>

新华书店经销

北京国彩印刷有限公司印制  
开本: 889 × 1194毫米 1/16开 印张: 5.75 字数: 230千字

2009年5月第1版 2009年5月第1次印刷

印数: 00001 ~ 20000

ISBN 978-7-5000-8091-6

定价: 16.00元

# 《中国中学生百科全书》编辑委员会

**名誉主任** 徐惟诚

**主任** 卢勤 王杏村

**副主任** 金学方 王树声 洪安生

**执行主编** 韩知更

**委员** (以姓氏笔画排序)

于明	王杏村	王谷音	王树声	王海竞	卢勤
田玉凤	田佩淮	刘淑华	孙恭恂	孟卫东	郑晓龙
赵大悌	钟银平	洪安生	唐红	黄儒兰	曾德贤

**撰稿人** (以姓氏笔画排序)

丁光成	于明	么惠敏	尤炜	尹保松	王士吉
王谷音	王晓惠	王海竞	王海鹏	王耘	方妍
仝启超	卢勤	田玉凤	田阡陌	田佩忠	田佩淮
吕厚轩	刘菲	刘梅	刘淑华	孙逊	孙恭恂
孙雯雯	朱传渝	朱家骅	邵华	邵勇	张明庆
李玉华	李西琴	李军	李京燕	李建华	李金学
李晓红	李海峰	李晨	李蔚	李睿	李德胜
李燕琴	杨玉熹	杨丽群	杨健	陈林涛	陈晓东
苗源	孟卫东	孟世萍	范林	郑合群	郑晓龙
姜峰	胡小蒙	赵大悌	赵世英	赵利剑	赵思童
赵玲	赵虹华	赵静	钟银平	倪玉平	唐红
唐哈丽	陶礼光	扈之霖	梁妍	黄玉珏	龚美兰
彭林	曾德贤	葛维祯	韩国栋	潘天俊	

## 前 言

在2006年《中国中学生百科全书》精装四卷本的基础上，我们又推出了《中国中学生百科全书》12分册。这套丛书按照学科内容进行分类，共分为《数学 化学》、《物理》、《生物 医学》、《天文 地理》、《中国历史》、《世界历史》、《语文》、《艺术》、《体育》、《成长驿站》、《社会 法律》、《科学前沿 军事》12册。与《中国中学生百科全书》精装四卷本相比，12分册是增补更新版，既继承了其优点长处，又增加了新的知识点，更新了许多数据、图片。

《中国中学生百科全书》12分册贯穿着这样的编纂理念，即不仅要把中学生培养成为知识丰富、全面发展的人，还要成为了解社会、善于处世的人，更要成为思维活跃、领先潮流的人。通过使用本书，读者可以具备一个合格的中学生应该有的能力：

1. 口头和书面语言表达能力。这一能力对将来从事任何一项工作都很重要。
2. 对社会科学、文学、历史、地理的综合理解力。这是基本能力培养的基础。
3. 数学的实际应用和理解能力。理解数学法则是基础，更要培养学生的实际应用能力。
4. 对物理、化学和生物科学与环境关系的理解力。了解物质世界的运动规律，对做出正确的决策是有益的。
5. 掌握外语背景知识和了解外国文化的能力。外语学习能锻炼记忆力、启迪思维，外国文化的学习也有助于新观念的接受。
6. 熟练使用计算机和其他技术的本领。不能满足于简单操作，应注重于了解较为复杂的问题。
7. 艺术鉴赏能力。艺术素养的提高会使中学生的素质更加完善。
8. 对社会政治、经济体制的理解力。中学生很快就要步入社会，必须对现实社会深入了解。
9. 培养良好生活习惯与毅力。注重身体、心理健康，加强身体锻炼、心理磨练，克服不良习惯，抵制不良行为诱惑，对中学生健康成长尤为重要。
10. 分析、解决问题的能力和创造精神。这些决定着中学生的未来，影响今后的事业和生活。

本套丛书涵盖了中学期间应当掌握的所有知识内容，对中学知识进行了全面的概括和梳理，还增加了大量最新的实用信息，如热门专业、热门科学话题、新兴职业、新发明等，增强了本书的实用性。同时，还增加了对中学生成长问题的解决、中学生能力的培养、青春期心理问题的解惑等，这是国内其他同类百科全书没有的，对中学生健康成长意义重大。

《中国中学生百科全书》是一部上中学就要看的百科全书。

《中国中学生百科全书》是一部离中学生最近的百科全书。

《中国中学生百科全书》是一部面向素质教育的百科全书。

《中国中学生百科全书》是一部面向“全人教育”的百科全书。

编 者

# 凡 例

## 一、编 排

1. 本书内容包括前言、凡例、分类目录、正文、索引，并依次排序。
2. 全书12册按学科和知识门类构成一个完整的知识体系；各分册也构成独立的知识体系并具独自查检功能。
3. 全书分为12册30多个知识门类：

(1) 数学 化学	(2) 物理
(3) 生物 医学	(4) 天文 地理
(5) 中国历史	(6) 世界历史
(7) 语文	(8) 艺术
(9) 体育	(10) 成长驿站
(11) 社会 法律	(12) 科学前沿 军事

## 二、条目标题

4. 本书条目标题多数是词，例如“植物”、“民歌”；一部分是词组，例如“发光生物”、“中国电影”。
5. 条目标题中的外国人名附外文和生卒年。

## 三、条目释文

6. 本书条目释文包括定义或定性语，以及内容的展开叙述。一些条目还以一个相关的事实、格言、诗句、寓言、故事等作为切入点。
7. 条目释文使用规范的现代汉语，并力求简明扼要、通俗易懂。
8. 条目释文中第一次出现的外国人名均附其名字的外文缩写。外国人名一般只译其姓，例如“罗斯福”、“丘吉尔”。

## 四、条目插图

9. 本书全部图片随条目释文编排，图片具有知识性、直观性，力求图文并茂，以图佐文，帮助读者理解文字内容。

## 五、索引

10. 本书有条目标题汉语拼音音序索引。索引排在正文之后。

## 六、其他

11. 本书所用科学术语名词、外国人名和地名的译名，以及常用数据均参照《中国大百科全书》（第二版）和《不列颠百科全书》（国际中文版）。
12. 本书的资料一般截止到2008年底，部分资料截止到2009年3月。

## 条目分类目录

物理	
物理学 .....	1
物理量 .....	2
物理实验 .....	2
量子论 .....	3
能量和能量守恒定律 .....	3
力 .....	3
桥梁 .....	4
卢沟桥 .....	4
悬索桥 .....	4
斜拉桥 .....	4
立交桥 .....	4
质量和密度 .....	5
重力 .....	5
失重和超重 .....	5
弹力 .....	6
胡克定律 .....	6
摩擦 .....	6
作用力和反作用力 .....	6
微重力现象 .....	6
气垫船 .....	7
平衡力 .....	7
速度和加速度 .....	7
参照物 .....	7
机械运动 .....	7
自由落体运动 .....	8
牛顿运动定律 .....	8
机械能 .....	8
功和功率 .....	8
简单机械 .....	9
杠杆 .....	9
滑轮 .....	9
桔槔 .....	9
斜面 .....	9
劈 .....	9
轮轴 .....	10
向心力和离心力 .....	10
万有引力 .....	10
宇宙速度 .....	10
火箭 .....	11
飞艇 .....	11
齐伯林, F. ....	11
飞机 .....	11
人造地球卫星 .....	12
载人飞船 .....	12
加加林, Y. A. ....	13
“神舟号”宇宙飞船 .....	13
杨利伟 .....	14
“阿波罗”11号宇宙飞船 .....	14
宇宙空间站 .....	14
宇宙探测器 .....	15
航天飞机 .....	15
压力和压强 .....	15
大气压 .....	16
真空 .....	16
虹吸现象 .....	16
液体压强 .....	17
液压机 .....	17
浮力 .....	17
阿基米德原理 .....	17
振动 .....	17
共振 .....	18
电磁学 .....	18
电荷 .....	18
电荷守恒定律 .....	18
电量 .....	19
自由电子 .....	19
束缚电荷 .....	19
导体和绝缘体 .....	19
半导体 .....	19
晶体二极管 .....	19
晶体三极管 .....	20
集成电路 .....	20
超导体 .....	20
静电感应 .....	20
静电除尘 .....	21
静电复印 .....	21
雷电 .....	21
尖端放电 .....	21
避雷针 .....	21
电流 .....	22
电路 .....	22
电阻 .....	22
欧姆定律 .....	22
常用电路元件 .....	22
电阻器 .....	22
光敏电阻 .....	23
热敏电阻 .....	23
电位器 .....	23
电容器 .....	23



电流表和电压表.....	23	程控电话.....	32
万用电表.....	23	移动电话.....	32
电功和电功率.....	24	语音信箱.....	32
焦耳定律.....	24	短信.....	32
电源.....	24	IC卡电话.....	33
电池.....	24	对讲机.....	33
伏打电堆.....	24	传真机.....	33
水果电池.....	24	无线电广播.....	33
蓄电池.....	25	调幅和调频.....	34
燃料电池.....	25	收音机.....	34
发电.....	25	电视.....	34
火力发电.....	25	有线电视.....	34
水力发电.....	26	图文电视.....	35
核能发电.....	26	数字式电视.....	35
风力发电.....	26	显像管.....	35
地热发电.....	26	录音机.....	35
发电机.....	26	立体声音响.....	35
直流电和交流电.....	26	家庭影院.....	35
整流器.....	27	摄像机.....	36
高压输电线路.....	27	DVD.....	36
变压器.....	27	MP3播放器.....	36
电灯.....	27	MP4播放器.....	36
白炽灯.....	28	电子琴.....	36
荧光灯.....	28	电子钟表.....	36
家庭安全用电.....	28	电磁炉.....	37
电动机.....	28	微波炉.....	37
电梯.....	28	助听器.....	37
自动扶梯.....	29	声.....	37
磁场.....	29	声源.....	37
磁体.....	29	声速.....	37
永磁体.....	29	响度.....	38
指南针.....	29	次声波.....	38
电磁感应.....	30	超声波.....	38
感应电流.....	30	录音.....	38
电磁铁.....	30	回声.....	38
电磁场.....	30	回声定位.....	38
电磁波.....	30	声呐.....	38
电磁污染.....	30	回音壁和三音石.....	39
雷达.....	31	圜丘.....	39
舰载雷达.....	31	双耳效应.....	39
炮瞄雷达.....	31	分贝.....	39
相控阵雷达.....	31	乐音和噪声.....	39
机载雷达.....	31	噪声污染.....	39
无线电通信.....	31	多普勒效应.....	39
短波通信.....	31	声控.....	40
微波中继通信.....	32	有声建筑.....	40
卫星通信.....	32	内能.....	40
电话.....	32	热量.....	40
可视电话.....	32	比热容.....	40

热膨胀.....	40	放射病.....	48
热缩冷胀.....	41	光源.....	49
热传递.....	41	光速和光年.....	49
采暖系统.....	41	光的反射.....	49
火炉.....	41	全反射原理.....	49
火炕.....	41	平面镜.....	49
物态变化.....	41	球面镜.....	49
熔化和凝固.....	42	太阳灶.....	50
汽化和液化.....	42	哈哈镜.....	50
升华和凝华.....	42	光的折射.....	50
蒸发和沸腾.....	42	海市蜃楼.....	50
沸点.....	42	光谱.....	50
高压锅.....	42	三棱镜.....	51
温度.....	42	色散.....	51
温度计.....	42	物体的颜色.....	51
体温计.....	43	三原色.....	51
摄氏温度.....	43	一次色.....	51
华氏温度.....	43	交通信号灯.....	51
热力学温标.....	43	雾灯.....	51
绝对零度.....	43	透镜.....	51
热岛效应.....	43	实像与虚像.....	52
热机.....	43	眼镜.....	52
外燃机.....	44	近视镜.....	52
蒸汽机.....	44	光学显微镜.....	52
蒸汽机车.....	44	电子显微镜.....	52
内燃机.....	44	扫描隧道显微镜.....	53
内燃机车.....	45	场离子显微镜.....	53
活塞式内燃机.....	45	望远镜.....	53
汽车.....	45	天文望远镜.....	54
电动汽车.....	46	潜望镜.....	54
世界方程式赛车锦标赛.....	46	电影放映机.....	54
摩托车.....	46	电影胶片.....	54
制冷机.....	46	立体电影.....	54
电冰箱.....	46	小孔成像.....	54
分子动理论.....	46	数码照相机.....	54
布朗运动.....	47	激光.....	55
扩散.....	47	激光笔.....	55
表面张力.....	47	激光武器.....	55
浸润.....	47	激光通信.....	55
毛细现象.....	47	光导纤维.....	55
自来水笔.....	47	全息照相.....	56
光.....	47	遥感.....	56
红外线.....	48	波谱特性.....	56
红外线烤箱.....	48	红外遥感.....	56
紫外线.....	48	原子核物理学和粒子物理学.....	56
荧光效应.....	48	原子钟.....	57
紫外线摄影.....	48	核裂变.....	57
X射线.....	48	核聚变.....	57
零件探伤.....	48	核电站.....	58

基本粒子	58	钱三强	69
电子	58	杨振宁	69
夸克	58	邓稼先	69
放射性同位素	58	李政道	69
核磁共振	58	丁肇中	70
粒子加速器	59	崔琦	70
对撞机	59	哥白尼, N.	70
全球卫星定位系统	59	伽利略, G.	70
纳米材料	60	牛顿, I.	70
磁悬浮列车	60	卡文迪什, H.	71
电子计算机	60	瓦特, J.	71
智能计算机	61	赫歇尔, W.	71
生物计算机	61	富尔顿, R.	71
光子计算机	61	安培, A.-M.	72
量子计算机	61	斯蒂芬森, G.	72
“银河”亿次巨型计算机	62	欧姆, G.S.	72
多媒体计算机	62	法拉第, M.	72
掌上电脑	62	麦克斯韦, J.C.	73
中央处理器	62	戴姆勒, G.	73
内存	62	本茨, C.	73
USB 闪盘	62	伦琴, W.K.	73
硬件	62	爱迪生, T.A.	74
软件	63	贝尔, A.G.	74
计算机辅助设计	63	卡默林-昂内斯, H.	74
计算机辅助教学	63	汤姆孙, J.J.	74
计算机专家系统	63	齐奥尔科夫斯基, K.E.	75
计算机网络	64	波波夫, A.S.	75
信息高速公路	64	尼普科夫, P.G.	75
局域网	64	费森登, R.A.	75
广域网	64	莱特兄弟	75
门户网站	64	居里夫人	75
搜索引擎	65	卢瑟福, E.	76
Google 公司	65	哈恩, O.	76
电子邮件	65	爱因斯坦, A.	76
BBS	65	玻尔, N.H.D.	77
即时通讯	65	查德威克, J.	77
网络游戏	65	费米, E.	77
计算机病毒	66	中国科学院	77
电脑黑客	66	中国科学院院士	77
计算机网络安全	66	中国工程院	78
条形码	66	中国工程院院士	78
自动售货机	66	哥本哈根理论物理学研究所	78
机器人	67	卡文迪什实验室	78
模糊控制	67	贝尔实验室	78
詹天佑	67	STS 教育	79
王淦昌	68	国际物理学奥林匹克	79
钱学森	68	全国中学生物理竞赛	79
吴健雄	68		
钱伟长	68		
		条目标题汉语拼音音序索引	80



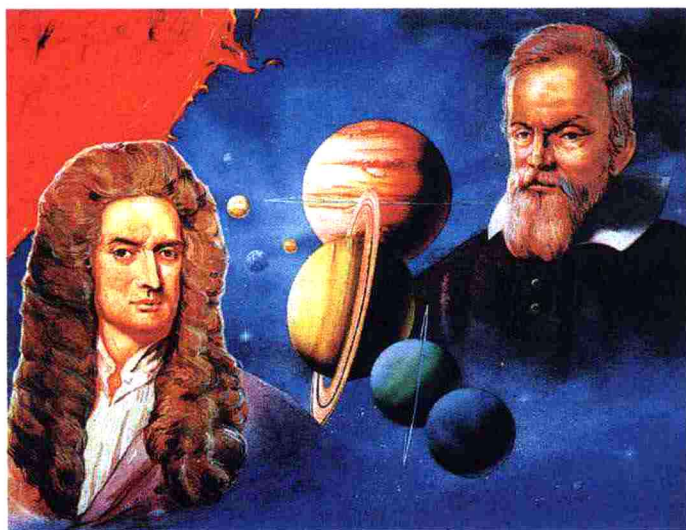
**物理学** 远到天边的浩瀚星系，近到身旁的日常事物，有很多引人入胜的现象都可以用物理学中的知识来解释。

物理学是研究物质运动规律及物质基本结构的学科。物理学简称“物理”，它在希腊语中的意思是“自然哲理”。在古代欧洲，物理学是自然科学的总称。后来随着自然科学的发展，它的各个分支先后形成独立的学科，如物理学、化学、生物学、地质学、天文学等。有人说，物理，物理，乃万物之道理。此话虽有些夸张，但在现代，物理学的确是自然科学中一门十分重要的、应用范围极广的基础学科。物理学也和数学一样，其知识内容和研究方法已经成为其他自然科学的基础，是当代工程技术的重要支柱。

在物理学的发展过程中，经典力学占有重要的地位，它研究宏观物体的低速机械运动的现象和规律。17世纪，英国物理学家I.牛顿，在意大利天文学家G.伽利略、德国天文学家J.开普勒等人研究的基础上，总结出牛顿运动定律和万有引力定律，为经典力学奠定了基础。19世纪，英国物理学家J.P.焦耳、法国物理学家S.卡诺、德国物理学家R.克劳修斯等人，提出了热力学第一定律和热力学第二定律。19世纪下半叶，英国物理学家J.C.麦克斯韦提出了描述电磁场的基本规律的麦克斯韦方程组，预言了电磁波的存在，奠定了经典电动力学的基础。20世纪初，美国物理学家J.W.吉布斯奠定了经典统计力学的基础，使研究热现象的本质和普

遍规律的热力学趋于成熟。物理学家A.爱因斯坦从实际出发，对空间和时间的概念进行了深刻的分析，从而建立了新的时空观。在此基础上，1905年他提出了狭义相对论，1915年又提出了广义相对论。量子力学和量子电动力学也是20世纪发展起来的新兴学科，它们不仅应用于原子物理学，也应用于分子物理学、原子核物理学以及对宏观物体的微观结构的研究。量子电动力学研究的是量化的磁场，它的一些结论的精确性达到自然科学中前所未有的高度，至今还没有发现其局限性。

通常根据所研究的物质运动形态和存在形式的不同，将物理学分为力学、声学、热学和分子物理学、光学、电磁学、



在物理学的不同发展时期，都有着作出伟大贡献的代表人物，如奠定了经典力学基础的伽利略和牛顿，开辟了原子能应用新世纪的居里夫人，创建了对空间和时间概念进行伟大变革理论的爱因斯坦。

原子物理学、原子核物理学、固体物理学(包括半导体物理学)、粒子物理学(亦称高能物理学)等分支学科。但这种分类法并不十分稳定,它随着科学的发展而不断变化。例如,力学经历长期的发展早已成为一门独立学科,并有流体力学、弹性力学等分支学科;电工学、热力学等工程学科是在物理学的某些规律应用于生产过程中形成的;电子学也在20世纪发展壮大为一门新兴学科。随着实践的扩展和深入,物理学在各个方面得到广泛的应用,陆续形成了许多边缘学科,如化学物理学、天体物理学、海洋物理学、地球物理学等,同时还发展了许多尖端科学技术,如核技术、空间技术、激光技术等。可以肯定的是,随着人类对自然界认识的不断扩展和深入,物理学内容也必将不断扩展和深入,物理学的应用也必将越来越广泛。

**物理量** 在日常生活中,人们描述事物常常要使用“数词”和“量词”。在物理学中,也需要采用“数量”和“单位”。

物理量是量度物质的属性和描述其运动状态时所用的各种量值。例如,量度物体所含物质多少用的是质量,描述物体运动快慢和方向用的是速度,量度导体阻碍电流本领用的是电阻等。

各种物理量都有它自己的量度单位,并以选定的物质在规定条件下所显示的数量作为基本量单位的标准。例如,长度的量度单位是米,在1960年10月的第11届国际计量大会中通过一项决议,规定1米等于氪86在真空中发生 $2p_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁时,所发射的橙色光波波长的1650763.73倍,这样规定的米称为原子米。后来随着科技的发展,标准米的规定越来越先进,到1983年第17届国际计量大会上,又通过了米的新规定:“米是光在真空中,在 $1/299792458$ 秒的时间间隔内运行距离的长度。”这个定义将长度单位与时间单位结合起来。

世界上各国都有自己特定的单位制度,如货币,有的用“元”,有的用“镑”。为便于国际间交流,创建了国际单位制。国际单位制简称“国际制”,代号SI,是1960年第11届国际计量大会制定的适合

一切计量领域的单位制。它规定长度、时间、质量、温度、电流强度、发光强度和物质的量等7个量为基本量,称为基本物理量,它们的单位米(m)、秒(s)、千克(kg)、开尔文(K)、安培(A)、坎德拉(cd)和摩尔(mol)为7个基本单位,还规定了两个辅助单位即弧度和球面度。其余物理量则根据基本量和有关方程来表示,称为导出量,其单位是通过它们与基本单位的关系来确定,叫做导出单位。

应用7个基本物理量,就可以导出物理学中的各个物理量。所有的力学量都是由长度、质量和时间这3个基本量构成的。例如,速度的单位是“米/秒”,加速度的单位是“米/秒<sup>2</sup>”,力的单位是“牛顿”,1牛顿=1千克·米/秒<sup>2</sup>。在电学领域,上述3个基本量再加上电流强度这一基本量,就可以导出所有电学物理量,如电压的单位是“伏特”,1伏特=1千克·米<sup>2</sup>/(安培·秒<sup>2</sup>)等。

国际单位制的构成原则比较科学、实用,并且涉及所有专业领域,世界上绝大多数国家都积极推广国际单位制。

**物理实验** 在古希腊,有一位国王担心工匠在金质王冠中掺了白银,国王将鉴别王冠真假的任务交给了当时著名的科学家阿基米德。最初阿基米德苦思冥想也想不出办法,一次偶然的机会,阿基米德在浴池洗澡时找到了破解的方法,解开了“王冠之谜”,并由此他还发现了浮力原理。这是用实验方法解决问题的



上海文来中学(高中部)物理实验室  
(文来中学 供稿)



广西钦州师专学生在做物理实验(钦州师专 供稿)

一个典型例子。

物理学由实验和理论两部分组成。物理(科学)实验是人们根据研究的目的,运用科学仪器设备,人为地控制、创造或纯化某种自然过程,使之按预期的进程发展,同时在尽可能减少干扰客观状态的前提下进行观测,以探究物理过程变化规律的一种科学活动。物理学实验主要包括探究性实验、测量性实验和验证性实验等。探究性实验就是运用科学的方法,通过探索去发现人们尚未认识的科学事物及其规律的过程。探究性实验的形式是多种多样的,其主要要素有:提出问题、猜想与假设、制订计划与设计实验、进行实验与收集证据、分析与论证、评估、交流与合作。在具体的实验探究过程中,上述7个要素可以进行组合、改变顺序、合理增减。可以说没有探究性实验,物理学就不可能发展。

16世纪,G.伽利略提倡的数学与实验相结合的研究方法得到学术界公认之后,逐渐形成物理这门学科。牛顿力学统治物理学长达200多年,到了19世纪末20世纪初,物理学开始了一个新的发展时期。人们进行了大量的实验探究工作。19世纪后半期,英国科学家J.J.汤姆孙进行了一系列的实验研究,终于在1897年确认阴极射线是带负电的粒子——电子。1900年,M.普朗克在辐射能量不连续的概念下导出了完全符合实验数据的黑体辐射公式,导致量子理论的出现。1905年A.爱因斯坦在新的时空概念基础上发表了狭义相对论,完美地解释了光速不变的实验结果。1911年,英国物理学家E.卢瑟福用实验确定了原子核内的正电

荷集中在很小的范围内,从而提出了原子的核式结构。20世纪初,由于居里夫妇、卢瑟福等许多人的大量实验工作,物理学向原子、原子核、电子等小尺度空间方向发展,也向高速(接近光速)方向发展。伴随着这些近代物理实验,逐步建立了相应的理论系统。

物理学是一门实验科学,实验在不断地修正理论,新的理论也在不断地指导新的实验。

**量子论** 量子论是揭示原子结构、原子光谱的规律性、化学元素的性质、光的吸收与辐射等的微观物质世界基本规律的理论,它给我们提供了新的关于自然界的表述方法和思考方法。以量子论形成的量子物理学与牛顿经典物理学一起构成了现代物理学的两大基石。

量子理论的创建过程是许多科学家共同努力的结果,它是物理学研究工作第一次集体的胜利。

1900年,德国柏林大学教授M.普朗克在解释黑体辐射规律时引入了量子概念。1906年12月14日,普朗克在柏林的物理学会上发表了题为《正常光谱的能量分布定律的理论》的论文,提出了著名的普朗克公式,这为量子理论建立打下了基石,这一天也被普遍认为是量子物理学诞生的日子。随后,许多世界著名的科学家都为量子理论的建立和发展做出了重要的贡献,如A.爱因斯坦、L.瑞利、N.玻尔、P. L. 德布罗意、W. K. 海森伯、M. 玻恩等。

尽管许多人对量子理论的含义还不太清楚,要熟悉和掌握量子理论需要很多的物理学知识做基础,但它在现实中获得的成就却让我们知道了它的威力。例如,用量子理论可以解释原子如何键合成分子;用量子理论来研究晶体,可以解释为什么银是电和热的良导体却不透光,金刚石不是电和热的良导体却透光?正是用量子理论很好地解释了处于导体和绝缘体之间的半导体的原理,才发明了晶体管,它用很小的电流和功率就能有效地工作,而且可以将尺寸做得很小,从而开创了全新的信息时代。科学家们预言,利用量子理论,到2010年左右,人

们能够使蚀刻在半导体上的线条的宽度小到十分之一微米以下。在这样窄小的电路中穿行的电信号将只是少数几个电子,这将给计算机和通信线路又带来历史性的变革。

**能量和能量守恒定律** 帆船能够在河、海中扬帆前进,重锤由高处落下能把木桩打进地里,从发电站大坝上流流下来的水能带动发电机发电等等,这些都是因为它们具有能量。

能量是一个描述物体做功本领大小的物理量,简称为能。一个物体能够对外界做功,这个物体便具有能量。能量和运动是分不开的。与物质的各种运动形式相对应,能量也有各种不同的形式,主要分为机械能、内能、化学能、电磁能以及原子能。它们可以通过一定的方式相互转化。

机械能是指做机械运动的物体所具有的能量,如从高处流下的水流,正在运动的汽车等都具有机械能。内能也叫做热能,是由构成物质的大量分子所做的无规则运动以及分子间的相互作用力所引起的,通常以热传递的形式表现出来。化学能是自然界中的各种物质进行化学变化时,释放或吸收的能量。电磁能包括电能和磁能。现代生活离不开电磁能,人们能看电视、听广播等都是电磁能的功劳。原子能,确切地说应该叫原子核能,是原子核发生变化时释放出来的能量,简称核能。核能的利用已经成为现代科学技术发展的主要标志之一。

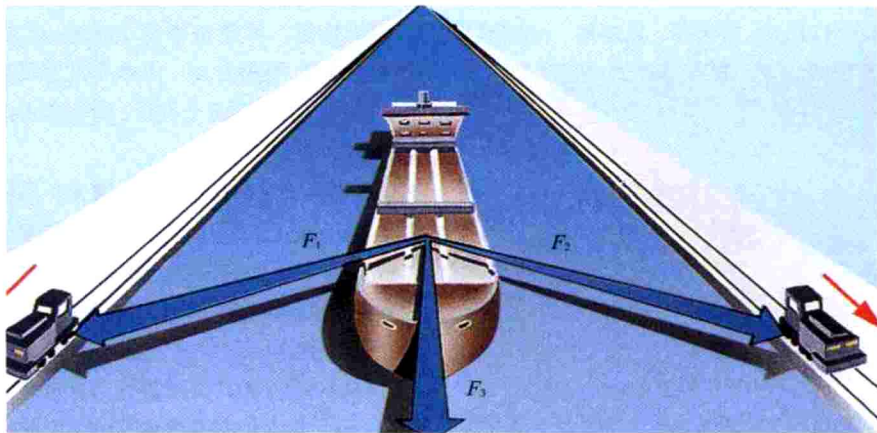
能量守恒定律是指能量既不会消灭,也不会创生,它只能从一个物体转移到另一个物体,或者从一种形式转化为另一种形式。一种能量的消失,必然伴随着其他形式能量的产生,并且任何一种形式的能量在转化的过程中,其总量都是守恒的。

无数事实说明了各种不同形式的能量彼此都是可以相互转化的。在生活中,能量的转化和守恒的应用比比皆是。

在能量守恒定律建立之前,历史上曾有人设想制造一种不需要耗费任何能量就能对外做功、对外输出能量的机器,这就是所谓的“永动机”。这些人认为,能量可以被源源不断地创造出来,从而用之不竭。能量守恒定律的最终建立,从科学上宣判了要制造永动机是不可能的,从而促使人们摆脱了梦幻,用掌握的自然规律来有效地利用和开发自然界所能提供的多种多样的能量。

**力** 人们对力的认识,最初是从日常生活和生产劳动中开始的,是和人力相联系的。后来人们把凡是能和人力起相同效果的作用,都叫做力。因此,人们把力定义为:力是物体之间使物体加速或变形的相互作用,是物理学中使用最广泛、最重要的基本概念之一。

力是不能离开物体而单独存在的,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。力有很多种,如地球的引力、大气压力、物体运动所受的空气或水的阻力、电磁引力和斥力、物体相互接触时的压力及摩擦力等。一般按照力



物体受到的力往往不止一个,也不全是同一个方向,比如这艘正在通过运河的轮船,在牵引力 $F_1$ 和 $F_2$ 的共同作用下前进, $F_3$ 就是 $F_1$ 和 $F_2$ 的合力。

的性质分为场力（包括重力、电场力等）、弹力（压力、张力、拉力等）、摩擦力（静摩擦力、滑动摩擦力等）。自然界的物质之间的相互作用力则可以归纳为4种：万有引力、电磁力、结合原子核各成分间的“强”相互作用力和“弱”相互作用力。

描述一个力一般从3个方面进行，这就是力的三要素：力的大小、方向和作用点。力的大小用测力计来测量，单位是牛顿。它是这样规定的：使质量为1千克的物体获得1米/秒<sup>2</sup>的加速度的力叫做1牛顿，国际符号是N。力是有方向的，如物体受到的重力总是竖直向下的，在液体中受到的浮力总是竖直向上的。力的方向不同，作用效果也不同。如用力拉弹簧，弹簧伸长；用力压弹簧，弹簧就会缩短。因此要把一个力完全表达出来时，不仅要考虑力的大小，还要考虑力的方向，同时还要考虑力作用在物体上的具体位置，这就是力的作用点。

在研究力时为了直观地说明力的作用，常常用一根带箭头的有向线段来表示力。线段是按照一定比例画出的，它的长短表示力的大小，它的箭头表示力的方向，箭尾表示力的作用点。从力的作用点沿力的方向所画的直线叫力的作用线，这种表示力的方法叫做力的图示法。

**桥梁** 自古以来，人类在“遇山开路、逢水搭桥”的大量工程中，修建了无数各具特色的桥梁。

桥梁是一种用来跨越障碍（如河流、山谷、街道）的建筑物，并作为人行或公路、铁路通道。桥有多种分类，按其用途可以分为立交桥、铁路桥、公路桥、



位于河北赵县的赵州桥，建于隋大业年间，是世界上现存最古老的敞肩式石拱桥。

管道桥、多用桥等；按结构材料分为木桥、砖桥、石桥、钢桥和钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥等；按结构特点分为拱桥、悬索桥和斜拉桥等；按使用连续与否可分为固定桥和活动桥。

**卢沟桥** 卢沟桥，位于中国北京城西南宛平县城西门外的永定河上（现属丰台区），是一座联拱石桥。

永定河在金代称卢沟河，桥即以此命名。卢沟桥始建于金大定二十九年（1189），成于明昌三年（1192）。元、明两代曾经修缮过。卢沟桥全长212.2米，计入两端桥墩共长约266.5米。全桥有11孔，各孔的净跨径和矢高均不相等，采用边孔小、中孔逐渐增大的韵律设计，形成了优美的桥型。全桥有10个墩，每墩上游迎水面砌成分水尖，其尖头部装有1根三角形铁柱，用以保护桥墩。基础为木桩基。桥面两侧筑有石栏，石栏杆北侧有140个，南侧有141个，各柱头上立有雕刻的石狮。石狮雕饰工巧，姿态各异，或蹲、或伏，或大抚小，或小抱大，头数众多。石狮共有485头。桥两端各有华表、御碑亭、碑刻等，桥东御碑亭的石碑上刻有清乾隆题字“卢沟晓月”。

意大利人马可·波罗著《马可·波罗行纪》一书，对北京卢沟桥有较详细的记载。1937年7月7日的“七七事变”在此发生，又称“卢沟桥事变”。

**悬索桥** 大渡河上的泸定桥就是悬索桥。该桥由清朝乾隆皇帝为沟通汉藏文化、加强经济交流，推行国家统一政策于1705年修建。泸定桥净跨100米，由13根铁链组成，规模宏大。1935年红军飞夺泸定桥强渡大渡河北上抗日，为这座古老的悬索桥增添了光彩。

悬索桥又名吊桥，主要由缆索、塔和锚碇三者组成。是以承受拉力的缆索或链索作为主要承重构件的桥梁。悬索桥一般用抗拉强度高的钢材（钢丝、钢绞线、钢缆等）制作。由于悬索桥可以充分利用材料的强度，并具有用料省、自重轻的特点，因此悬索桥在各种体系桥梁中的跨越能力最大，跨径可以达到1000米以上。悬索桥的主要缺点是刚度小，在荷载作用

下容易产生较大的挠度和振动，需注意采取相应的措施。按照桥面系的刚度大小，悬索桥可分为柔性悬索桥和刚性悬索桥。

日本于1998年建成世界最大跨径的悬索桥——明石海峡大桥，其主跨跨径为1990米。20世纪90年代以来，中国在悬索桥方面的建桥技术发展很快，相继建成了汕头海湾大桥、西陵长江大桥、江阴长江大桥等悬索桥。润扬长江大桥南汊主桥为主跨径长1490米的单孔悬索桥，是目前中国第一、世界第三的特大跨径悬索桥。

**斜拉桥** 斜拉桥由塔、梁、索、墩等主要部件组成。斜拉桥的缆索张拉成直线形，整个结构为几何不变体，其刚度比悬索桥大。主梁同弹性支承上的连续梁的性能相似。斜拉桥的跨径一般在梁桥和悬索桥之间。斜拉桥在构造上有单塔或双塔、单面布索或两面布索、密索或少索等形式，索的布置也有不同的放射形式，塔、梁、墩之间铰接或固接等也有多种类型。

斜拉桥自20世纪50年代开始修建，截至2003年，世界上已建成的各类斜拉桥200余座。第一座现代斜拉桥始建于1955年的瑞典，跨径为182米。目前世界上建成的最大跨径的斜拉桥为法国的诺曼底桥，主跨径为956米。1993年建成的上海杨浦大桥是中国目前最大的斜拉桥，主跨径为602米。

**立交桥** 立交桥是不在同一平面上相交的道路路口。它将互相冲突的车流分别设置在不同高程的道路上，也就是道路呈立体交叉，简称立交。在立体交叉口通常设置交通标志引导车流。

早在马车时代就出现了道路立交桥，如1858年美国在纽约中央公园建成跨路桥。20世纪初，美国、德国出现了沿线限制的道路，这种道路与其他道路相交采用了立交桥。1928年美国在新泽西州伍德布里奇修建了每昼夜平均通行6.25万辆汽车的完全互通的首蓿叶式立交桥。30年代，随着高速公路的出现，美国、瑞典、德国、加拿大等国先后在高速公路上修建了各种形式的立交桥。60~70年代，苏联在莫斯科花园环路上修建了19座立



上海莘庄外环立交桥

立交桥,在公路环路上修建了43座立交桥。法国于1980年前在巴黎林荫环路上修建了9座立交桥。

中国于1963年在广州修建了第一座环形立交桥,80年代在北京二环路上修建了9座立交桥。立交桥形式有苜蓿叶形、半苜蓿叶形、菱形、环形、T形和Y形等基本形式。

**质量和密度** 在现代社会中,人们常常提到“质量”,比如商品质量、服务质量等,但在物理学中质量的概念与上述质量的含义不同,它是物体惯性(见牛顿运动定律)大小的量度。它的国际单位制单位是千克,可以用天平进行测量。质量是物质本身的属性,用 $m$ 表示。在经典物理学中认为它与物体的温度、位置、形状和运动状态无关。例如,质量是1千克的一瓶水,无论水温如何,质量都不变;加热变为水蒸气或放热结冰后,质量还是不变;放到高山上甚至被宇航员带到月球上,质量仍是1千克。

人们都有这样的经验,一杯水结成冰后虽然质量并没有发生变化,但是体积变大了,这是由于水和冰在某一方面的物理性质不同所造成的。反映这一性质的物理量是密度。密度是某种物质单位体积的质量,是该物质的特性之一。不同物质的密度一般不同;同一种物质的密度一般不变,与这种物质的形状、体积和质量的大小无关。在国际单位制中,密度的单位是千克/米<sup>3</sup>。纯水的密度在4℃时是 $1.0 \times 10^3$ 千克/米<sup>3</sup>;在标准情况下,干燥空气的平均密度是1.29千克/米<sup>3</sup>;地球的平均密度是 $5.5 \times 10^3$ 千克/米<sup>3</sup>。位于亚洲大陆的“死海”,由于含盐量较大,密度超过人体的密度,所以人在“死海”中就能漂在水面上,永远也不会沉下去。

密度是物质的一种特性,因此可以

利用密度来鉴别物质或计算不便直接称量的物体的质量,还可以计算形状复杂的物体的体积。

**重力** 重力是由于地球对物体的吸引而使物体受到的力。重力的方向总是竖直向下的,即物体自由下落的方向。重力的国际单位制单位是牛顿。当人们向离开地心的方向移动时,重力会减小;进行太空航行的人,会产生没有重力的奇异感觉,那是因为航天器在轨道上绕地球飞行时产生的离心力,抵消了重力。重力是人们生存的重要条件之一,如果没有重力,大气将漂浮散去,人类的生命也将完结。

既然受重力作用的物体总是要落向地面,从这个意义上说,任何天体产生的使物体向该天体表面降落的力,都可以称为“重力”,如月球重力、火星重力等。由于地球并不是一个真正的圆球,而是一个在赤道处半径最大的扁球,并且由于地球在不停地自转,所以同一物体在地球不同的纬度上,所受重力略有不同,从赤道到两极是逐渐增加的。

由于地球上各地区的地形不同,特别是地质构造不同,物体在各地所受地球的引力就会发生变化,物体所受的重力也会发生变化,在埋有密度较大的矿石附近地区,物体受到的重力要比周围地区稍大一些,利用重力的这些变化,可以探测石油、铁矿、煤矿和其他矿床,这种探矿方法叫做“重力探矿”。

生活中常说的物体的重量实际上是质量的习惯叫法,把重量当成质量是不准确的。国际计量大会提出,在科技术语中不再使用重量这个词语,用质量代替重量。

物体各部分所受重力的合力的作用点叫做重心。重心是物体中的一个定点,与物体所在的位置和怎样放置没有关系。对于规则均匀的物体来说,它的重心就在物体的几何中心,如均匀球体的重心在球心,均匀长方体的重心在它的体对角线的交点上。均匀圆环的重心在它圆环的中心,在这种情况下,物体的重心不在物体上。不均匀物体的重心的位置除了跟它的形状有关,还跟物体内部的质量分布有关。例如,载重汽车的重心随着装货多少而不同,起重机的重心随

着提升重物的重力和高度而变化。

对物体重心的研究,有重要的实际意义。从事各项体育运动的运动员,就十分注意对体重心的控制。在工程技术上也 very 注意重心的测试。

**失重和超重** 在电梯刚启动和即将停止的瞬间,或在游乐园坐过山车时,人们都会有一种不太舒服的感觉,这就是由超重或失重引起的。

当一个物体加速上升或减速下降时,支持物对物体的支持力或悬挂物对物体的拉力大于物体的重力,这就是超重;反之,当一个物体减速上升或加速下降时,支持物对物体的支持力或悬挂物对物体的拉力将小于物体的重力,这就是失重。在日常生活中,绝大多数的情况下,人们受到的重力和支持力是平衡的,因此没有什么异样的感觉。但在一些特殊的情况下,重力和支持力不平衡,就造成了失重和超重。失重和超重现象可以用牛顿运动定律来加以解释。

人造地球卫星或航天飞机在发射过程中加速升高或返回地球进入大气层减速降落时,都有一个向上的加速度,都会发生超重现象。超重不能过大,否则超出



航天员在太空行走时,要穿着装有空气供应、通信设备以及喷射推力系统的太空服,以便他们在失重状态下行动。

一定限度后宇航员就有生命危险。在人造卫星进入轨道以后,有一个向下的指向地球的加速度,这个加速度就是卫星绕地球做圆周运动的向心加速度,因而发生失重现象,这时宇航员的动作就像电影中的慢



镜头一样，迟缓有趣，而且舱内不论什么物体，都得固定住，不然就要满舱飞舞。

**弹力** 人们用力将弹簧拉长，会感觉到手受到一个相反的、阻碍弹簧伸长的力，这个力便是弹簧的弹力。

弹力又称“弹性力”，是物体受外力作用形状和体积发生改变（这种改变称为形变）时，物体内部产生的反抗外力、恢复原来形状的力。正是因为弹簧发生了形变，为了恢复原来的形状，弹簧内部才产生了弹力。

弹力一般产生在直接接触的物体之间，并以物体发生形变为先决条件。它的方向跟使物体产生形变的外力的方向相反。物体的形变是多种多样的，不仅弹簧可以发生形变，常见的很多物体，如地面、桌面、墙壁、绳子等，都可以在外力的作用下发生形变，因此对应的弹力也以各种各样的形式表现出来，像压力、拉力、支持力等。例如，放在水平桌面上的物体，由于受到重力作用，因此对桌面有一个向下的压力，使桌面发生了微小的形变，桌面为了恢复原状，将产生一个垂直桌面向上的弹力，此弹力作用在物体上，通常称为支持力。

**胡克定律** 弹簧的应用非常广泛。弹弓的橡皮筋，就相当于一根弹簧。先把石子紧贴橡皮筋，并把橡皮筋拉长，再将橡皮筋放松，橡皮筋由于形变产生的弹力就把石子弹出去。弹簧产生的弹力与其形变大小成正比。如果弹簧伸长1厘米时产生的弹力是1牛顿，那么伸长2厘米时产生的弹力就是2牛顿。弹簧的这个特性是英国物理学家R.胡克于1678年在一篇论文中提出的，因此被称为“胡克定律”。

胡克定律是物理学中的基本定律之一。利用弹簧的这个性质，可以制成弹簧测力计，用来测量作用力的大小和物体受到的重力。常见的测力计是拉力弹簧测力计，此外还有压力测力计。拉力弹簧测力计的主要结构是一根钢质的弹簧，弹簧的上端固定在壳顶的环上，下端和一只钩子连接在一起。把要称量的物体挂在钩子上，弹簧就要伸长，当物体静止后，

物体所受到的弹力就等于物体的重力，而且在弹性限度内，弹力的大小与弹簧形变大小成正比，因此物体的重力可以根据测力计指针指在外壳上的标度直接读出。

**摩擦** 雪橇在雪地上轻轻一推便会滑动，但是在粗糙的石子路上就不容易推动。这是由于雪橇与雪地之间的摩擦小，而与石子路之间的摩擦比较大的缘故。

摩擦是指相互接触的两物体，在其接触表面上沿切线方向发生的阻碍物体相对运动的现象。阻碍相对运动的力叫摩擦力。按照其特点，摩擦可以分为静摩擦、滑动摩擦和滚动摩擦。

未能推动一张放在地面上的桌子，这时物体之间没有发生相对滑动，仅仅有滑动的趋势，这样产生的摩擦叫做静摩擦，静摩擦力的方向与物体的相对运动趋势方向相反。静摩擦力是很常见的，拿在手中的瓶子、钢笔不会滑落，就是静摩擦力作用的结果；能把线织成布，把布缝成衣服，也是靠纱线之间的静摩擦力的作用。

滑动摩擦力更为常见，桌子推动后，一松手，又会逐渐停下，必须要不停地用力才能使它继续运动下去，这就是存在滑动摩擦的缘故。物体之间发生相对滑动时产生的力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力 $f$ 的方向与物体相对运动的方向相反，并与物体表面间的正压力 $N$ 的大小成正比，即 $f=\mu N$ ，其中 $\mu$ 是滑动摩擦系数，它与制成物体的材料和接触面的粗糙程度有关。

滚动摩擦是一个物体在另一个物体上滚动或有滚动趋势时，在接触面处产生的阻碍滚动前进的作用。一般情况下，物体之间的滚动摩擦力远小于滑动摩擦力，所以滚动物体要比推动物体省力得多。

由于摩擦的存在，人们为达到目的，不得不浪费大量的能量来克服摩擦。而且，摩擦生热又限制着一些工业技术的发展。在工业生产中，常常采用涂润滑剂和减小压力的办法来减小摩擦的不利影响。摩擦的存在也影响着高科技的发展。例如，发射火箭必须要考虑到高速运行的火箭与大气之间的摩擦。摩擦带给人们的也不全是弊端，在工作和生活中利用摩擦的地方也很多。自行车刹车闸皮便是利用

摩擦的很好的例子。摩擦在生产技术中的应用也很多，如皮带运输机就是靠货物与传送带之间的静摩擦力传输货物的。

**作用力和反作用力** 如果你用拳头用力捶几下桌子，就会听到桌子发出咚咚的响声，但同时你的手也会感到疼。在这种情况下，是人对桌子施加了力的作用，但同时，桌子对人也施加了

力的作用，使人受到伤害。可见，两个物体间力的作用是相互的。力总是成对出现，并且是同时出现。如甲物体对乙物体有力的作用，那么乙物体对甲物体也一定有力的作用，这就是作用力与反作用力。值得我们注意的有两点：一是作用力和反作用力总是大小相等、方向相反、在同一直线上，同时存在，同时消失。但是作用力和反作用力分别作用在两个不同的物体上，所以是不可能相互抵消的；二是作用力和反作用力属于同一性质的力，如果一个力是弹力，另一个力也必定是弹力。两者没有本质的区别，也不能说哪个力是起因，哪个力是结果，两个力中的任何一个都可以被看成是作用力，另一个力相对来说就成了反作用力。

作用力与反作用力在生活、生产和科学技术中应用非常广泛。人能够游泳，轮船的螺旋桨和气垫船的工作都与作用力和反作用力原理有关。发射探测仪、人造卫星、宇宙飞船的火箭，在燃料被点燃后喷出高温高压的气体，喷出的气体同时给它一个反作用力，推动火箭前进。

**微重力现象** 航天器在运行中，实际上常会受到非引力（非体力）的作用或干扰，其结果使航天器及其内部的物体获得额外的加速度。这时，物体与物体之间、物体与航天器之间就产生相互作用力，表现出“重量”，物理学上称这种重量为“表



脚给地面一个作用力，地面  
对脚就产生一个反作用力，  
人体就前进了。