

中等职业教育机电类规划教材

物 理

(上 册)

第2版

机械职业教育基础课教学指导委员会物理学科组 编

储克森 主编



机械工业出版社
China Machine Press

中等职业教育机电类规划教材

物 理

(上 册)

第 2 版

机械职业教育基础课教学指导委员会物理学科组 编

主编 储克森

参编 丁霁明 饶福安

主审 苏群荣

机 械 工 业 出 版 社

本教材是根据教育部新颁发的中等职业学校物理教学大纲,在第1版的基础上修订的。本教材分上、下两册,本册内容为力学、热学和相应的实验。具体包括力、匀变速直线运动、牛顿运动定律、功和能、曲线运动和万有引力定律、机械振动和机械波、分子动理论和理想气体、热力学第一定律和能量守恒定律、物态和物态变化。本次修订基本保持了第1版教材的优点,力求适应中等职业的发展要求,充分考虑当前学生的特点,从培养目标和大纲要求出发,适当降低理论深度,重视方法的传授和能力的培养,注重实用性,增加了新知识、新技术、新方法的内容,使教师易教,学生易学。

本教材适用于中等职业学校3~4年制工科类专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

物理/储克森主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2001.8
(2006.8 重印)

中等职业教育机电类规划教材

ISBN 7-111-02658-6

I. 物... II. 储... III. 物理学-专业学校-教材 IV. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第037076号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:商红云 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:方芬 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷

2006年8月第2版·第2次印刷

169mm×239mm·6印张·233千字

5 001—12 000册

定价:15.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

编辑热线电话(010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

第 2 版 前 言

本教材是在 1991 年 8 月出版发行的第 1 版基础上,广泛听取全国范围内使用第 1 版教材的中等职业学校的意见后,根据 2000 年 8 月教育部颁发的中等职业学校物理教学大纲修订的。

本教材分上、下两册。上册内容为力学、热学和相应的学生实验;下册内容为电学、光学、原子物理学基础、高新技术和相应的学生实验。

本次修订基本保持了第 1 版教材的编写体系和风格,力求适应中等职业教育的发展要求,充分考虑中等职业学校学生的特点,从工科中等职业学校的培养目标、新大纲的要求出发,删减了部分抽象的理论,尽量简化数学推导过程,增加了介绍新知识、新技术、新方法的内容,在注重思想性、科学性的同时,增强实用性,重视物理学研究方法的传授和学生自学能力的培养,使教师易教、学生易学。本教材内容有基础模块、选修模块(打*号部分)两个层次,前者按 96 学时编写(含学生实验),后者按 54 学时编写(含学生实验)。选修模块的内容供各校结合地区、行业、学制和专业特点选用。本教材适用于中等职业学校 3~4 年制工科类专业。

本次修订工作由全国机械职业教育基础课教学指导委员会物理学科组组织,由常州机械学校郝超、芜湖机械学校储克森全面负责。参加修订工作的有:储克森任上册主编,芜湖机械学校丁黎明、湖南机电学校饶福安任上册参编;郝超任下册主编,无锡职业技术学院陈永涛、常州机械学校王余明、湖南机电学校李法春任下册参编;福建职业技术学院苏群荣任全书主审。具体分工为:绪论、第一、二、七、八、九章由储克森修订,第三、四、五、六章由丁黎明修订,上册的学生实验由饶福安修订,上册由储克森统稿;第十、第十一章由郝超修订,第十二、十三、十四章由陈永涛修订,第十五、十六、十七、十八章由王余明修订,下册的学生实验由李法春修订,下册由郝超统稿。

全国机械职业教育基础课教学指导委员会物理学科组于 2001 年 3 月组织有关人员对手稿进行了审定。参加审稿会的有:湖南工业职业技术学院王柏林、黑龙江机械制造学校王文钧、宝鸡工业学校段超英、包头职业技术学院范文学、漳州农业机械学校许云耳、上海机电工业学校金亚平、芜湖机械学校刘艺、哈尔滨机电工程学校孙桂荣等,他们对书稿提出了许多宝贵意见。另外,无锡职业技术学院华美迪为教材的修订做了一些基础工作。在此,我们一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，本教材缺点与错误在所难免，敬请广大教师、学生和读者批评指正。

编者

2001 年 3 月

第 1 版 前 言

本套教材是机电部中专基础课教学指导委员会物理学科组，在广泛听取了对“七五”期间原物理课程组编写的三轮试用教材使用意见的基础上，根据机电行业中专教改进展情况，以增强应用环节为着眼点，进行全面修改、编写出版的。

本套教材包括：《物理》、《物理实验》、《物理练习册》。

《物理》力求保持物理学的科学性、系统性，增强实用性，适当控制内容的深度，以适合中专物理课学时少的特点，使教师易教，学生易学。

《物理实验》注意了实验单独考核的趋势，在选材和编排上，加强了中专物理实验基本知识、基本技能的培养和训练。

《物理练习册》紧密配合教学进程，增强了实用性、实践性、趣味性。

《物理》

第一～第十一章编写者：刘宝林（长春市机械工业学校）

第一～第十一章主审：苏群荣（福建机电学校）

第十二～二十章编写者：林焕文（江西省机械职业大学）

张仁天（沈阳市机电工业学校）

第十二～二十章主审：张世忠（山东省机械工业学校）

《物理实验》

编写者：杨博访（西安仪表工业学校）

王颖哲（咸阳机器制造学校）

主审：苏群荣（福建机电学校）

王舜华（上海市机电工业学校）

《物理练习册》

练习一～综合练习一编写者：朱玉清（浙江省机械工业学校）

练习一～综合练习一主审：张立新（杭州机械工业学校）

练习三十二～综合练习二编写者：孙志远（第二汽车厂中专学校）

程鹏飞（长春市机械工业学校）

练习三十二～综合练习二主审：汪伟杰（广西机械工业学校）

全书主审：彭方虎（湖南省机械工业学校）

曾参加本套教材试用本主要编审工作的还有：吴永康、张仁桐、范景华、黄崇高、樊孝达等。

为本套教材试用本提供资料或参加部分编写工作的有：马骏、王柏林、王孟

涛、王炳坤、石素贞、申俊昌、张密芳、张秀霞、吕兴门、孟建翔、周红、段超英、童正湘、秦龙泉、杨挺、颜恒斌等同志。

先后参加本套教材试用本审稿会的有来自 24 个省(区)、市 50 余所中专校 79 位物理教师。

对上述为本套书的编写出版出过力的同志在此一并表示感谢。

限于编者水平，缺点错误在所难免，望广大教师、学生和读者批评指正。

编者

1991 年 8 月

目 录

上 册

第 2 版前言

第 1 版前言

绪论	1
第一章 力	3
第一节 力	3
第二节 重力 弹力 摩擦力	4
习题 1-1	8
第三节 共点力的合成	9
习题 1-2	11
第四节 力的分解	12
习题 1-3	13
第五节 共点力作用下物体的平衡 力矩	13
习题 1-4	16
本章小结	16
复习题	17
第二章 匀变速直线运动	18
第一节 参考系 运动的相对性 质点	18
习题 2-1	20
第二节 匀速直线运动	20
第三节 变速直线运动 平均速度 瞬时速度	21
习题 2-2	22
第四节 匀变速直线运动 加速度	22
第五节 匀变速直线运动的速度	24
习题 2-3	26
第六节 匀变速直线运动的位移	26
习题 2-4	28
第七节 自由落体运动	28
习题 2-5	30
阅读材料 伽利略对自由落体运动的研究	31
本章小结	32
复习题	33

第三章 牛顿运动定律	35
第一节 牛顿第一定律	35
第二节 牛顿第二定律	36
习题 3-1	37
第三节 牛顿第三定律	38
* 第四节 物体受力分析	40
习题 3-2	41
第五节 力学单位制	42
阅读材料 勤奋的牛顿	42
第六节 牛顿运动定律的应用 (一)	43
习题 3-3	47
* 第七节 牛顿运动定律的应用 (二)	47
习题 3-4	50
第八节 牛顿运动定律的适用范围	51
第九节 动量 冲量 动量定理	51
习题 3-5	53
第十节 动量守恒定律	54
习题 3-6	56
* 第十一节 狭义相对论简介	56
本章小结	58
复习题	59
第四章 功和能	61
第一节 功	61
习题 4-1	63
第二节 功率	64
习题 4-2	65
第三节 动能 动能定理	66
习题 4-3	69
第四节 势能	69
习题 4-4	71
第五节 机械能守恒定律	72
习题 4-5	73
阅读材料 能量守恒和能源开发	74
本章小结	75
复习题	76
第五章 曲线运动 万有引力定律	78
第一节 曲线运动	78
第二节 匀速圆周运动	79

习题 5-1	81
* 第三节 向心力 向心加速度	81
习题 5-2	84
* 第四节 运动的叠加原理 平抛运动	84
习题 5-3	86
* 第五节 万有引力定律	86
习题 5-4	88
* 第六节 人造地球卫星	88
习题 5-5	89
阅读材料 中国飞向太空	89
本章小结	90
复习题	92
第六章 机械振动和机械波	93
第一节 简谐振动	93
习题 6-1	95
* 第二节 单摆的振动	96
习题 6-2	98
第三节 受迫振动与共振	98
习题 6-3	100
第四节 机械波	100
第五节 波长、频率与波速的关系	102
习题 6-4	103
第六节 波的干涉	103
第七节 波的衍射	105
习题 6-5	106
* 第八节 超声波和次声波 噪声的危害及控制	106
本章小结	108
复习题	109
自测题 (力学部分)	110
第七章 分子动理论 理想气体	113
第一节 分子动理论的基本论点	113
第二节 气体的状态参量	115
习题 7-1	116
第三节 理想气体状态方程	117
习题 7-2	119
第四节 温度的测量	119
本章小结	120

复习题	121
* 第八章 热力学第一定律 能量守恒定律	122
第一节 物体的内能 热和功	122
习题 8-1	123
第二节 热力学第一定律	123
习题 8-2	125
第三节 能量的转换与守恒定律	125
本章小结	126
复习题	126
* 第九章 物态和物态变化	128
第一节 晶体 熔化和凝固	128
阅读材料 液晶	130
第二节 液体的汽化 汽化热	131
习题 9-1	132
第三节 饱和气 气体的液化	132
第四节 空气的湿度 湿度计	135
本章小结	137
自测题 (热学部分)	138
实验绪论	141
实验一 长度的测量	146
实验二 验证力的平行四边形定则	152
实验三 固体密度的测定	154
实验四 (A) 气垫导轨的调整和使用	156
实验四 (B) 用气垫导轨测瞬时速度和加速度	159
* 实验五 牛顿第二定律的研究	161
* 实验六 用冲击摆测子弹的速度	164
* 实验七 验证机械能守恒定律	167
* 实验八 研究单摆的振动周期 利用单摆测定重力加速度	168
实验九 (A) 验证理想气体状态方程	171
实验九 (B) 用气体定律实验器验证定质量理想气体状态方程	174
附录 国际单位制和我国的法定计量单位	177
参考文献	182

绪 论

自然界广阔无垠、丰富多彩，形形色色的物质在其中不断地运动着。大至天体、日、月、星、辰，小到微粒、原子、电子，都是物质。固体、液体、气体等实物是物质，电场、磁场、引力场等也是物质。总之，自然界中无数事物形式不一，都是物质的不同形态。一切物质都在永不停息地运动、变化着，绝对不动的物质是不存在的，日月的运动、江河的奔流、生物的代谢等，都是物质运动变化的例子。

物理学是研究物质最基本、最普遍的运动形式和物质的基本结构的科学。其中力学研究物体的机械运动；热学研究大量分子作无规则的热运动；电磁学研究电磁运动；原子物理学研究原子内部的结构和原子、原子核的运动。物理学是自然科学的基础，也是工程技术的重要支柱，是促进工业发展的动力。

在 17、18 世纪，由于牛顿力学的建立和热力学的发展，不仅有力地推动了其它学科的发展，而且在技术上研制出了以纺织机为代表的工作机和以蒸汽机为代表的动力机。工作机和动力机的广泛采用，极大地改变了工业生产的面貌，实现了工业生产机械化，引起了第一次工业革命。到了 19 世纪，在法拉第和麦克斯韦的电磁场理论推动下，技术上成功地制造出电机、电器和电讯设备，促进了工业电气化的发展，使人类进入了应用电能的时代，这就是历史上的第二次工业革命。20 世纪以来，由于相对论和量子力学的建立，人们对原子和原子核结构的认识逐步深入，实现了原子核能、人工放射性同位素的利用，发明了半导体、核磁共振、激光等新技术。新兴工业象雨后春笋，人类进入了原子能、电子计算机、自动化、半导体、激光、空间技术、新能源、新材料、新工艺过程、新检测方法的新技术时代。这就是当前以原子能、电子计算机为代表的，以自动化、信息化为标志的第三次工业革命。当前物理学研究领域已进入了基本粒子的研究，随着人类对基本粒子认识的加深，将在物理学中孕育着新的突破，全面揭示基本粒子内部的结构和它们相互转化相互作用的规律，将会给自然科学领域和人类的生活带来巨大的影响。

我国有着悠久的历史 and 灿烂的文化。古代墨翟对力学很有研究；汉代张衡制成了浑天仪和地动仪；三国时代马钧制成了指南车和利用惯性原理制作的抛石机；宋代制成了早期火箭。新中国成立后，我国物理学得到空前的发展。在高能物理方面，1965 年我国从理论上提出了关于强子结构的层子模型；在可控核聚变方面，1984 年 9 月使“中国环流器一号”顺利启动；在激光应用方面，1987 年 6 月我国

研制的“神光”装置试验成功；在超导方面，1988年2月获得了起始转变温度高达100K以上的钡基氧化物超导体；在空间技术方面，我国已成为世界上少数几个掌握卫星回收技术的国家之一。“亚洲一号”卫星的发射成功，证明我国的“长征”系列火箭，具有为世界各国发射卫星的能力，从而进入了国际航天发射服务市场。

目前，物理学已成为发展最快、影响最深的基础科学。它一方面向认识的深度开拓，另一方面向应用的广度发展，它对未来科学技术的发展必将产生极大的影响。所以，对未来的高素质的劳动者及工程技术人员来说，为了早日把我国建设成为社会主义的现代化强国，学好物理是非常必要的。中等职业学校物理课既是主要的文化课，又是专业基础课和专业课的主要基础，学好物理课是学好后续的专业基础课和专业课的前提。

怎样学好物理 教材中讲的是前人长期积累下来的最基础的知识，要理解并能运用这些知识，首先学生要**认真阅读教材**。认真阅读教材，可以培养和提高自学能力。学生们在学校生活毕竟是短暂的，将来不论从事哪种工作，都需要不断提高文化科学水平，这种提高主要靠自学，所以在学校里通过对物理教材的反复阅读，深入思考，逐步培养**自学能力**，对自己将来发展是十分有益的。

认真听讲是我们顺利学好物理的保证。在课堂上，老师系统地讲解物理概念和定律，组织讨论探索新知识，解答疑难，指明学习重点，经常点拨思路，在科学方法的运用上做出良好示范。学习物理不仅要弄清基本知识，还要学习解决物理问题的思想和方法。提高思维能力，掌握研究问题的科学方法，比掌握知识更重要。能力提高了，善于思考和研究问题，就能灵活运用学过的知识去解决各种实际问题，这正是我们学习的目的所在。因此，听课时要认真动脑筋，积极思维，把精力集中在理解上。

所有的物理知识都来源于实践。因此，**认真观察、做好实验**也是学好物理的关键。物理实验很多都是重要物理现象和规律的再现，它能帮助我们形成正确的物理概念，加深对物理定律的理解，增强观察物理现象和分析物理问题的能力，学会使用仪器和掌握测量技能。在日常生活中，也要留心观察各种物理现象，用我们学过的物理知识进行分析研究，逐步提高我们的思维能力。

做练习是巩固物理知识的重要方式，通过做练习，可以提高分析和解决问题的能力。对于每道练习题都要弄清题意，明确物理过程，然后应用所学的概念和规律，结合所学的逻辑推理做出答案。要勤于思考，认真独立地完成作业，在做练习中培养自己的阅读能力和科学分析能力，以适应继续教育和终身教育的需要。

第一章 力

力和物体运动的关系，是力学研究的中心课题。力是一个重要的物理概念。这一章在初中物理的基础上，进一步学习力的知识，学习力学中常见的几种力，学习力的合成与分解，为学习力学奠定基础。

第一节 力

人们对力的认识，开始是从日常生活和生产劳动中获得的。用手推动小车、提起重物、拉长弹簧，肌肉会感到紧张，就说人对小车、重物、弹簧用了力。后来把力的概念加以扩展，把能和人力起相同作用的都叫做力。机车牵引列车前进，机车对列车施加了力。汽锤锻打工件，汽锤对工件施加了力。人们建立了这样的认识：**力是物体对物体的作用**。一个物体受到力的作用，一定有另一个物体施加这种作用。前者是受力物体，后者是施力物体。只要有力，就一定有受力物体和施力物体，**力是不能脱离受力物体和施力物体而单独存在的**。

力的作用效果有二：一是使物体发生变形；二是使物体的运动状态发生变化。这两种效果往往同时出现。物体受到力的作用会产生变形。图 1-1 就是观察桌面在书的压力作用下发生微小变形的装置。当桌面发生变形时，反射镜发生倾斜，刻度尺上的光点就会偏移。所谓物体运动状态的变化，就是物体由静止到运动、由运动到静止；由快变慢、由慢变快或运动方向的变化等，即速度大小和方向的变化。例如飞机起飞、列车制动、汽车转弯、自行车加速、减速等，都是物体运动状态的变化。

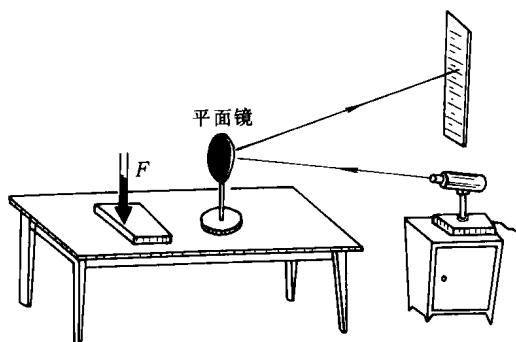


图 1-1 观察桌面的微小变形的装置

力是有大小的。力的大小可以用测力计来测量。在 SI（国际单位制）中，力的单位名称是牛顿，简称牛，符号是 N。

力是有方向的。如人推车的力是向前的，水对船的阻力是向后的。力的方向不同，产生的效果也不同。若作用在物体上的力的方向与运动方向相同，物体的速度就增大；如果作用在物体上的力的方向与运动方向相反，物体的速度就减小。

力的作用效果除与力的大小和方向有关外，还与作用点有关。如果保持力的大小和方向不变，将力分别作用到物体上的不同位置，产生的效果也不相同。

通常把力的大小、方向和作用点称为力的三要素。

力可以用有向线段来表示。箭头的指向表示力的方向，线段的长短表示力的大小，线段的起点(或终点)表示力的作用点。如图 1-2 所示的有向线段表示作用在小车上的力为 100N。

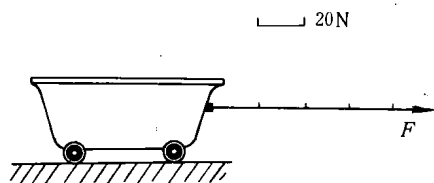


图 1-2 力的图示

矢量和标量 我们在初中学过长度、质量、时间、温度等物理量，这些物理量的大小可以用一个带有单位的数值表示。例如，我们说钢笔的质量为 50g，一节课的时间为 50min 等。50g、50min 完全能描述钢笔的质量及一节课的时间。力也有大小，我们也可以用带有单位的数值来表示，如说拉车的力为 500N，但并没把这个力完全表达出来，因为没有说明这个力的方向如何。要把一个力完全表达出来，除了说明它的大小，还要指明它的方向才行。这种既有大小又有方向的物理量称为**矢量**。而那些只有大小没有方向的物理量称为**标量**。力、速度都是矢量。长度、时间、质量等都是标量。

矢量可以用一根带箭头的线段表示，线段按一定的标度画出，线段的长度表示矢量的大小，箭头的指向表示矢量的方向。两个同类的标量，只要大小相等，就是相等的；两个矢量只有大小相等而且方向相同，才是相等的，图 1-3a 所示的两个矢量，大小相等，方向也相同；

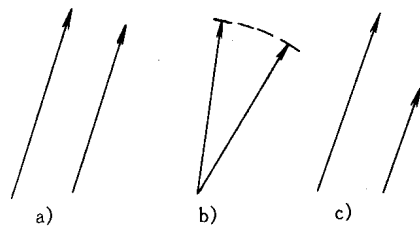


图 1-3 两个矢量的比较

图 1-3b 所示的两个矢量，方向不同，大小相等；图 1-3c 所示的矢量，方向相同，大小不等，所以图 1-3b 和图 1-3c 两个矢量不相等。

求几个标量的和，只需代数运算，但求矢量的和必须按平行四边形定则进行，这个问题将在本章第三节讲解。

第二节 重力 弹力 摩擦力

力可以按其性质分类，如重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力等。也可按力的作用效果分类，如拉力、压力、支持力、动力、阻力等。拉力、压力、支持

力实际上都是弹力，只是效果不同。不论什么性质的力，凡是加快物体运动的力通称动力，阻碍物体运动的力通称阻力。

力学中常见的力有重力、弹力、摩擦力。

重力 成熟的苹果会向下落到地面，上抛的小球最后也会落到地面，这是由于地球对它们都有吸引力的作用。物体由于地球吸引而受到的力称为重力。地球上一切物体都受到重力的作用。重力的方向竖直向下。重力的大小可以用测力计测量。也可以根据重力 G 和质量 m 成正比的关系式 $G=mg$ 计算。式中 $g=9.8\text{N/kg}$ ，表示质量是 1kg 的物体受到的重力是 9.8N 。

一个物体的各部分都要受到重力，通常我们可以认为物体各部分受到的重力作用集中于一点，这个点就是物体的重心，即重力的作用点在物体的重心上。

均匀物体的重心，只跟物体的形状有关。有规则形状的均匀物体，它的重心就在几何中心上。例如，均匀直棒的重心在它的中点；均匀球体的重心在球心；均匀圆柱体的重心在轴线的中点。图 1-4 中 C 点表示重心的位置。

不均匀物体的重心的位置，除跟物体的形状有关外，还跟物体内部质量的分布有关。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量和高度而变化。用简单的实验方法，可以求出形状不规则或者质量不均匀的物体的重心。如图 1-5 所示，先在 A 点把物体悬挂起来，当物体处于平衡状态时，它所受的重力必定跟悬绳的拉力在同一竖直线上，也就是说，它的重心一定在通过 A 点的竖直线 AB 上。然后，在 D 点把物体悬挂起来，同样可以知道，物体的重心一定在通过 D 点的竖直线 DE 上。 AB 和 DE 的交点 C 就是物体的重心。

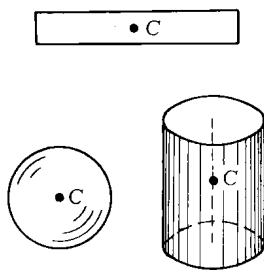


图 1-4 均匀规则物体的重心

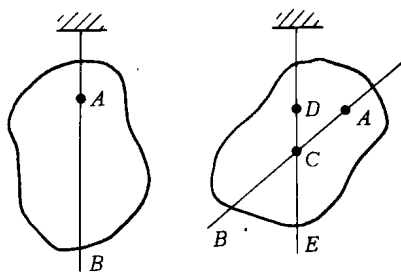


图 1-5 不均匀物体的重心

弹力 把弹簧放在光滑的桌面上，一端固定，另一端连结一个小球（如图 1-6a 所示），当伸长了的弹簧收缩（如图 1-6b 所示）或压缩了的弹簧伸展时（如图 1-6c 所示），能够使与它连在一起的静止小球开始运动。可见，变形了的弹簧，由于恢复原状。会对与它接触的物体产生力的作用，这种力称为弹力。弹力的方向与形变的方向相反。

放在水平桌面上的物体，与桌面互相接触，物体和桌面同时发生微小变形。物

体由于微小变形,对桌面产生垂直于桌面向下的弹力,也就是物体对桌面的压力。桌面由于微小变形,而对物体产生垂直于桌面向上的弹力,也就是桌面对物体的支持力。可见,通常所说的压力和支持力都是弹力,压力和支持力的方向总是垂直于物体接触面或接触点的切面,指向对方。

同样,绳子与物体间的拉力也是弹力。绳子给物体的拉力,总是沿着绳子的方向,指向绳子。

一切直接接触而又发生弹性形变的物体之间都存在弹力。

实验表明,在弹性限度[⊖]内,弹簧弹力的
大小与弹簧伸长(或缩短)的长度成正比。这个结论称为胡克定律,其数学表达式为(见图1-7)

$$F_T = k |l - l_0| = kx \quad (1-1)$$

式中 F_T ——弹力(N);

k ——弹簧的劲度系数(弹簧的倔强系数,
N/m);

l_0 ——弹簧原来的长度;

l ——弹簧形变后的长度;

x ——弹簧的伸长量(或压缩量)。

实验进一步表明,弹簧的劲度系数仅与其本身的性质(形状、材料)有关。

图1-6 弹簧的弹力

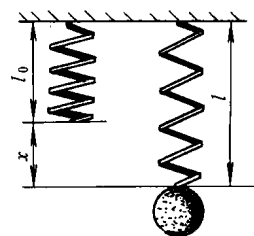
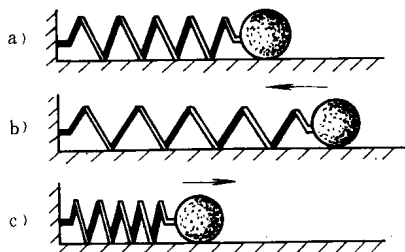


图1-7 研究胡克定律的实验

静摩擦力 我们用不大的水平力来推一个放在地板上的物体,使物体相对于地板有运动的趋势,但并没有把物体推动。这是因为物体受到推力的同时,还受到一个与推力大小相等、方向相反、阻碍着物体运动的力,这两个力互相平衡,因此物体保持不动。这个力称为**静摩擦力**,用 F_{f0} 表示。**静摩擦力的方向总跟接触面相切,并与物体相对运动趋势的方向相反。**

逐渐增大对物体的推力,如果推力还不够大,物体仍保持不动。这时,静摩擦力与推力仍然保持平衡。可见,静摩擦力随着推力的增大而增大,但当推力达到某一数值时,物体开始滑动,这时的静摩擦力称为**最大静摩擦力**。

滑动摩擦力 物体开始运动后,要维持它作匀速运动,仍需一个力,实验表明,这个力比最大静摩擦力略小。即滑动的物体也受到摩擦力的作用。滑动的物

⊖ 发生变形的物体,在外力停止作用后能够恢复原状的变形,称为弹性变形。如果即使撤去外力,物体也不能恢复原状,这个限度称为弹性限度。