中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 物　　理

（基础版）

下册

主　　编　邵长泰
副 主 编　张明明　于全福
责任主审　张维善
审　　稿　卢铁峰　关　堰

高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

## 内容提要

本书是根据教育部 2000 年颁布的《中等职业教育物理教学大纲(试行)》编写的．它以科学方法教育为特色，注重理论联系实际，在知识讲述上循序渐进，在编排形式上生动活泼．

全书分上、下两册．上册包括光学、力学和学生实验；下册包括热学、电磁学和近代物理知识和学生实验．本书适用于中等职业学校资源与环境、能源、土木水利工程、加工制造、交通运输、信息技术、医药卫生等各类专业根据教学需要开设的文化基础课教材．

图书在版编目(CIP)数据

物理(基础版)下册/邵长泰主编．—北京：高等教育出版社，2001.8

中等职业学校教材

ISBN 7-04-009640-4

Ⅰ.物… Ⅱ.邵… 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 047538 号

责任编辑 段宝平　封面设计 刘晓翔　责任绘图 朱　静

版式设计 马静如　责任校对 王　雨　责任印制

物理(基础版)下册

邵长泰　主编

出版发行 高等教育出版社

社　　址 北京市东城区沙滩后街 55 号　邮政编码 100009

电　　话 010-64054588　传　　真 010-64014048

网　　址 http://www.hep.edu.cn

http://www.hep.com.cn

经　　销 新华书店北京发行所

印　　刷

开　　本 787×1092 1/16　版　　次　　年　月第　版

印　　张 12　印　　次　　年　月第　次印刷

字　　数 210 000　定　　价 12.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换．

版权所有　侵权必究

# 前　　言

本书是与教育部 2000 年 8 月新颁布的《中等职业学校物理教学大纲(试行)》的要求相配套的一部特色教材．遵循中等职业教育“实际、实用、实效”的原则，为突显职业教育的特色，强化“能力为本，三创一实”的精神，在教材编写上，首先考虑了我国中等职业教育的现状和中等职业学校学生的认知规律，确保所讲述的物理知识易于被同学们接受，在内容上做到循序渐进，在形式上做到生动活泼，文风朴实；其次，注重理论联系实际，书中较多地介绍了工农业生产实际和日常生活经验中的一些物理现象，深入浅出地介绍了一些相关的现代科学常识；第三，本书在内容上显明地渗透了物理科学方法的教育，这也是本教材区别于其他同类教材的突出特点．

当今世界的知识，尤其是科技知识有两大特点：一是丰富多彩，知识量大；二是增长迅速，发展快．在科学知识的快速发展中，要跟上时代的步伐，就要讲求效率，讲求策略，讲求方法．在物理教学中，物理科学思维方法是学生获取知识、提高能力的桥和船，它能为学生的成功创造更多的机会和途径，为学生遨游知识天空插上腾飞的翅膀．本教材在编写中，力图通过深入详细的分析、综合、归纳、演绎，借助观察、实验、理想化模型、图象、等效、类比、假说等一系列物理科学方法的渗透和应用，培养学生的观察能力、实验能力、分析问题和解决问题的能力，促进学生自我发展，提高学生的科学素质(包括科学思想、科学精神、科学方法和科学态度)，增强学生的创新意识，为学习后续课程、学习现代科学技术知识和从事祖国现代化建设打下必要的基础．

本教材适用于中等职业学校资源与环境、能源、土木水利工程、加工制造、交通运输、信息技术、医药卫生等各类专业．考虑到我国中等职业教育的现状和不同专业、不同地区的需求，教材内容有一定的弹性．教材以《中等职业学校物理教学大纲(试行)》规定的基础模块为主，适当增加了一部分选修模块的内容(标有“＊”符号的为选修模块内容)．基础模块的内容为大纲规定的必修内容．各校在完成基础模块的教学任务外，可以根据专业特点，适当选学选修模块的内容．以“物理大世界”、“科技博览”等形式出现的阅读材料，是为了扩展同学们知识面而编写的，不作为考试或考查内容．我们更欢迎学有余力、对物理世界感兴趣的同学，能更多地

找一些类似的资料阅读学习．作为反映本书特色的物理科学方法、思想的内容，希望结合教材上下文阅读体会，领悟其基本思想，熟悉物理研究和学习中常用的一些科学思想方法，并逐步将其内化为自身的一种科学素养．

全书使用国际单位制单位，物理量的名称符合1996年全国自然科学名词审定委员会公布的《物理学名词》的要求．

本书由教育部中小学教材审定委员会委员、首都师范大学物理系李申生教授和中国教育学会物理教学专业委员会副秘书长张宪魁教授审定．

全书分上、下两册．上册的第一、二章及学生实验由邵长泰编写，第三章由胡立新编写，第四章由孔祥泉编写，第五、六章由邢洪明编写，前言、绪论、附录及第七、八章由张协成编写．下册第一、二章由张协成、张文芝编写，第三、四、五章由张明明、林宏伟编写，第六章由朱阳明编写，第七、八章和学生实验由于全福编写．全册由邵长泰任主编，上册由张协成、邢洪明任副主编，下册由张明明、于全福任副主编．

由于作者水平有限，以物理科学方法贯穿教材亦属初试，且是多位作者分工负责，书中可能会有欠妥之处，恳望广大读者提出批评和修改意见．

编者

2000年12月21日

# 目　　录


第一章　分子热运动　热和功 …… 1
§ 1.1　分子的热运动 …… 2
物理大世界　离子显微镜 …… 6
*§ 1.2　物体的内能 …… 7
*§ 1.3　物体内能的改变 …… 9
*§ 1.4　热力学第一定律　能量守恒定律 …… 12
阅读材料　历史上对“热”的本质的研究 …… 13
物理大世界　能源的开发利用与环境保护 …… 15
本章小结 …… 18
综合练习一 …… 19
第二章　固体　液体　气体 …… 21
*§ 2.1　固体的微观结构　晶体与非晶体 …… 22
*§ 2.2　物态变化 …… 25
物理大世界　形形色色的物态 …… 26
§ 2.3　气体状态参量 …… 28
§ 2.4　理想气体状态方程 …… 30
物理大世界　人类对气体性质的研究小史 …… 33
本章小结 …… 34
综合练习二 …… 35
第三章　电场 …… 37
§ 3.1　真空中的库仑定律 …… 38
阅读材料　库仑扭秤实验 …… 40
§ 3.2　电场　电场强度 …… 41
§ 3.3　电势能　电势　电势差 …… 46
§ 3.4　等势面　匀强电场中场强跟电势差的关系 …… 49
阅读材料　密立根实验 …… 51
*§ 3.5　电容器　电容 …… 52
物理与技术　电容式传感器 …… 55
*§ 3.6　静电技术的应用和静电危害的防止 …… 57


需要全本请访问 www.ertongbook.com

生活中的物理 静电复印 …… 58
本章小结 …… 60
综合练习三 …… 62
第四章 恒定电流 …… 64
§ 4.1 * 电阻定律 超导 …… 65
物理大世界 半导体 …… 69
§ 4.2 电功 电功率 焦耳定律 …… 71
§ 4.3 串联电路的分压作用 …… 74
§ 4.4 并联电路的分流作用 …… 79
§ 4.5 电动势 …… 82
§ 4.6 全电路欧姆定律 …… 84
本章小结 …… 88
综合练习四 …… 90
第五章 磁场 …… 93
§ 5.1 磁场 …… 94
阅读材料 地磁场 …… 97
物理与技术 物质的磁性和磁性材料 …… 98
§ 5.2 磁感应强度 磁通量 …… 101
§ 5.3 磁场对电流的作用 …… 103
§ 5.4 运动电荷在磁场中的偏转 洛伦兹力 …… 105
本章小结 …… 108
综合练习五 …… 109
第六章 电磁感应 …… 112
§ 6.1 电磁感应现象 …… 113
阅读材料 法拉第关于电磁感应现象的实验 …… 115
§ 6.2 楞次定律 …… 117
物理大世界 寻找磁单极子 …… 120
§ 6.3 法拉第电磁感应定律 …… 121
阅读材料 磁带录音机的原理 …… 124
本章小结 …… 125
综合练习六 …… 126
第七章 物理光学 …… 129
§ 7.1 光的干涉、衍射和偏振 …… 130
科技博览 偏振光与立体电影 …… 135
§ 7.2 光的电磁理论 * 电磁波谱 …… 137

§ 7.3　光电效应 …… 139
* § 7.4　光的波粒二象性 …… 141
本章小结 …… 142
综合练习七 …… 143
第八章　原子核基础知识 …… 145
§ 8.1　原子的核式结构 …… 146
§ 8.2　玻尔的原子模型 …… 148
§ 8.3　天然放射性 …… 152
§ 8.4　* 原子核的人工转变　核反应方程　原子核的组成 …… 155
生活中的物理　伽玛刀与质子刀 …… 157
§ 8.5　核能　* 质量亏损 …… 158
本章小结 …… 159
综合练习八 …… 161
学生实验 …… 162
实验一　验证理想气体状态方程 …… 163
* 实验二　电场中等势线的测绘 …… 166
实验三　多用电表的使用 …… 167
实验四　伏安法测电阻 …… 171
实验五　测电源电动势和内电阻(设计性实验) …… 173
实验六　研究电源输出功率跟负载电阻的关系(设计性实验) …… 174
实验七　感应电流方向的研究 …… 176
研究性课题 …… 179
一、调查报告　家用电器的发展带来的安全问题 …… 179
二、研究报告　用电量与电路负荷的矛盾 …… 179
三、研究报告　雷电通过电磁感应对计算机等电器的破坏 …… 179
附录一　常用的热学量和电磁学量的国际单位制单位 …… 180
附录二　常用的热学和电磁学的物理常量 …… 181

# 第一章　分子热运动　热和功


- §1.1　分子的热运动
- 物理大世界　离子显微镜
- *§1.2　物体的内能
- *§1.3　物体内能的改变
- *§1.4　热力学第一定律　能量守恒定律
- 阅读材料　历史上对“热”的本质的研究
- 物理大世界　能源的开发利用与环境保护
- 本章小结
- 综合练习一

探索微观物质世界的奥秘，始终是人类孜孜不倦的追求．2　000 多年前，我国学者提出了五行说，认为世界万物都是由金、木、水、火、土这五种物质组成的；古希腊的德谟克利特则认为万物都是由相同的原始粒子——原子组成的．

在 17 和 18 世纪，由于工业的发展，不少学者在蒸汽动力装置、测温、量热和热传递等诸方面的热学研究中，对古代原子说的哲学思想产生了新的认识．法国学者伽桑狄提出，原子是构成物质的原始的、简单的、不可分割和不可消灭的基本组成要素；英国化学家道尔顿提出空气是由不同的原子混合而成的，并通过实验测定了原子的质量；随后，意大利科学家阿伏加德罗提出了科学的分子假说，扩展和完善了前人的原子理论．

经过数百年的努力，逐步发展成这样一个系统的、科学的理论：物体是由大量分子组成的；分子间有空隙；分子永不停息地做无规则运动；分子间存在着相互作用的引力和斥力．在这种理论的指导下，我们可以对物体的内能、气体的性质等作出正确的解释．

通过学习本章内容，我们希望同学们：(1) 了解分子的热运动；理解物体的内能及改变物体内能的两种方式，理解热力学第一定律及能量守恒定律．(2) 通过内能概念的引入和热力学第一定律的教学，了解认识热运动和机械运动之间的相互转化及其意义，理解自然界运动形式的多样性和统一性，提高自己的科学思维能力．(3) 通过对分子模型(弹性小球)的学习，加深理解理想化模型建立的意义；通过对压缩气体引火仪工作原理的学习，了解物理实验仪器的一般组成部分及作用；通过分子动能、分子势能概念的引入，了解类比法在物理概念建立过程中的作用．

## § 1.1　分子的热运动

物体是由大量分子组成的　物体是由大量分子组成的．分子的体积很小，一滴油滴到水面上，油层可以薄到只有 $10^{-8}$ m，即使这样，油层还有几十个油分子厚；延展性很好的金块，可加工成厚度只有 $10^{-7}$ m 的金箔，但它仍有几百个金分子厚．精确的实验告诉我们，一般物质分子的直径，是以 nm 为数量级的，如氢分子的直径为 0.23 nm，水分子的直径约 0.4 nm，蛋白质分子的直径最大，也只有几 nm．

有人不禁要问，分子如此之小，人们是如何测得它的直径的呢?

利用转换观测对象的方法,将不易测量的微观物理量,通过自身积累成为可直接测量到的宏观物理量,这是在测量工具尚不精密的条件下,测量分子直径的有效方法.

最早测量分子大小的单分子油膜法,就利用了这种转换观测对象的方法:把油溶于酒精后滴到水面上,油在水面上散开,形成单分子油膜.如果把分子看成球形,单分子油膜的厚度就可以认为等于油分子的直径.事先测出油滴的体积,再测出油膜的面积,就可以算出油分子的直径.这种方法的实质,就是将不能观测到的油分子体积转换为能观测的油滴体积和油膜面积,然后根据宏观领域的体积、面积与厚度之间的几何关系求得油分子直径.近几十年,人们已经能够用放大 200 万倍的离子显微镜直接观察分子的大小,甚至能够用放大 3 亿倍的扫描隧道显微镜实现“操作原子”的梦想.

分子间存在着间隙　气体很容易被压缩,水和酒精混合后总体积减小(图 1.1),高压下的油透过钢壁渗出……这类事实告诉人们,不论是气体、液体,还是固体,组成它们的分子间是存在间隙的.

图 1.1

在技术上,为增强钢表面的硬度和耐磨性能而进行的渗碳处理、为改变半导体材料的物理性能而掺入杂质等等,都是对分子间隙的一种利用.

分子的热运动　证明分子做杂乱无章运动的最著名的实验,是英国植物学家布朗发现的“布朗运动”.图 1.2 是观察布朗运动的装置示意图.图 1.3(a)是三个做布朗运动的小颗粒的运动路线,其中的每根折线都是一个小颗粒间隔 30 s 所在位置的连线.

图 1.2

1827 年,布朗在用显微镜观察悬浮在水中的植物花粉颗粒的形态时,发现花粉颗粒在水中做无规则的运动,有些在不断地旋转,有些在不停地更换着位置;当把液体封闭起来,使之不受空气扰动及热对流的影响时,这种运动仍然存在.因此,布朗认为:“这种运动不是由于液体的流动造成的,也不是由于液体的蒸发

所引起的,而是属于花粉颗粒本身的运动”.由此,布朗认为这种运动是一种生命运动,但当他用 100 年前的枯死花粉和一些无机物的微粒再做实验时,仍然能发现颗粒的这种运动.他又用一些矿物质的微尘做实验,结果也存在这种无休止、无规则的运动.显然,这不是一种生命运动.

大量的实验表明,只要悬浮在流体中的颗粒足够小(直径小于 $10^{-3}$ mm),都可以发生这种运动.我们称这种运动为布朗运动.

开始,人们并不理解产生布朗运动的原因,大约 80 年后,爱因斯坦等人提出了布朗运动的理论,才使人们深刻地认识到布朗运动的实质.布朗运动之所以著名,并非因为花粉颗粒本身的运动,而在于悬浮液中的花粉小颗粒杂乱无章的运动揭示了液体分子的无规则、永不停息的运动.因为花粉颗粒在液体中被液体分子包围着,并不断受到液体分子大约每秒 $10^{19}$ 次的撞击[图 1.3(b)],在每一瞬间来自四面八方的碰撞力不可能相互平衡,从而改变着花粉颗粒的运动方向.从花粉颗粒的无规则运动可知,液体分子对花粉颗粒的撞击是无规则的.所以,液体分子的运动是无规则的.

显然,布朗当时成功地应用了转换观测对象的科学实验方法:我们无法直接观察到物体内部分子的无规则运动,但是,借用花粉颗粒的布朗运动,便能间接地“观察”到液体分子的无规则运动.同时,从中我们也看出,科学实验不是一蹴而就的,它需要人们耐心细致的反复,它可能会遭遇许多失败;一两次实验的结论很可能存在偶然巧合,只有通过大量的实验才能从中归纳出科学的规律.

图　1.3

布朗运动虽然不能直接提供分子运动的确切轨迹,却能使我们想象到分子运动

需要全本请访问 www.ertongbook.com

的存在，花粉微粒的布朗运动说明，分子运动是毫无规则的、永不停息的.

在不同的温度下观察同一种微粒的布朗运动时发现，温度愈高，布朗运动愈激烈. 这说明分子的无规则运动与温度有关，温度愈高，分子运动愈激烈. 所以，我们把大量分子的无规则运动叫做分子的热运动.

固体分子也在不停地进行着无规则运动. 科学家们把表面光滑洁净的铅板紧压在金板上，几个月后，在金板中发现了铅分子，在铅板中也发现了金分子，有些地方甚至互相渗入达 1 mm 深; 这样放置 5 年后，金板和铅板就连在一起了，它们的分子互相进入约 1 cm .

分子间的相互作用力 我们已经知道，物体都是由分子组成的，而且分子间还有空隙. 可是，要把固体的一部分跟另一部分分开却是很困难的，这说明分子之间存在着吸引力. 另一方面，虽然分子间存在空隙，但固体和液体却都很难压缩，这又说明分子间还有排斥力存在，阻止着它们相互靠拢.

分子间的引力 $F_1$ 和斥力 $F_2$ 是同时存在的，实际表现出来的分子力，是分子引力和斥力的合力，引力和斥力的大小都跟分子间的距离有关，分子间的距离等于某一数值时，引力和斥力恰好相等，分子处于平衡状态，这个距离大约是 $10^{-10}$ m，通常用 $r_0$ 表示这个距离. 当分子间距离 $r < r_0$ 时，斥力大于引力，分子力表现为斥力; 当 $r > r_0$ 时，引力大于斥力，分子力表现为引力. 图 1.4 表示了分子力和分子间距离的关系，一般说来，当分子间的距离超过分子直径的 10 倍以上时，分子间的作用力就十分微弱，可以近似认为分子力等于零.

图 1.4

综上所述，宏观物体是由大量分子组成的；分子间有空隙；分子永不停息地做无规则的热运动；分子之间存在着相互作用的引力和斥力．这就是气体动理论的基本观点．

想一想：在分子力的研究过程中，是否也应用了转换观测对象的科学方法？在这里，应用转换观测对象的科学方法有什么实际价值？

## 离子显微镜

离子显微镜由半径约为 10　cm 的球形玻璃容器和一根钨针组成，钨针的针尖放在容器的中心(阅图 1.1.1)．针尖的表面可以看作是半径非常小的球面，近代金属加工技术可以做到使这个半径约为 5× $10^{-6}$　cm．在球形容器的内表面涂上一薄层导电的荧光物质，使它像电视荧光屏那样，在快速粒子的打击下可以发光．



阅图 1.1.1　离子显微镜的构造原理



a 和 b 分别表示钨针针尖上的两个钨原子；A 和 B 分别表示它们在球形容器内表面上的像，R 是球形容器的半径，r 表示针尖的半径

阅图 1.1.2　计算离子显微镜的放大倍数．

球形容器中充满低压的氦气．在导电层和针尖之间加上高电压，使导电层带负电，针尖带正电．当无规则运动的氦原子与针尖上的钨原子碰撞时，氦原子由于失去电子成为正离子，氦离子在电场力的作用下离开针尖，并以很高的速度沿着球的半径运动，打到球形容器的内表面上使之发光．这样，就出现了钨针尖上原子分布的图样(阅图 1.1.2)．

阅图 1.1.2 中弧长 ab 表示相邻两个钨原子间的距离，弧长 AB 表示它们在球形

容器内表面上的像之间的距离.因为 AB= Rα, ab= rα, 所以放大倍数

$$K = AB/ab = R/r = 10/5\times 10^{-6} = 2\times 10^{6}$$

即放大二百万倍.已知放大倍数,测出弧长 AB,就可以求出原子间的距离 ab.设想钨原子是一个挨一个排列的,可以认为距离 ab 就等于钨原子的直径.测定结果表明,钨原子的直径是 $2\times 10^{-10}$ m.

## 练习 1.1

1.关于布朗运动,下列叙述中正确的是(　　).

A.布朗运动就是分子的热运动

B.悬浮在液体中颗粒越小,布朗运动越明显

C.布朗运动是分子无规则运动的反映

D.温度越高,布朗运动越激烈

2.关于分子力的说法,正确的是(　　).

A.当 $r= r_0$ 时,分子间既没有引力,也没有斥力,所以分子力为零

B.当 $r> r_0$ 时,分子间的斥力消失,只有引力存在,所以分子力表现为引力

C.当 $r< r_0$ 时,分子间引力和斥力同时存在,但斥力大于引力,故分子力表现为斥力

D.当 r 增加时,分子斥力减小,分子引力增大,故分子力表现为引力

3.试用气体动理论解释下列现象:

(1) 石墨块是由石墨粉加高压后连接而成的;

(2) 压缩一团棉花很容易,但棉花不能无限地被压缩;

(3) 气体分子平均速率达几百米每秒,但在房间内打开一瓶汽油后,要隔一段时间,才能够嗅到汽油味.

4.用气体动理论解释下列现象:

(1) 水和酒精混合后总体积减小;

(2) 高压下的油会透过容器壁渗出;

(3) 温度升高,布朗运动及扩散现象加剧;

(4) 固体不容易被压缩和拉伸.

5.分子间的作用力在什么情况下表现为引力?在什么情况下表现为斥力?

# *§ 1.2 物体的内能

我们已经知道,组成物体的分子不仅是运动着的,而且存在着相互作用的引力和斥力.将它们和一切运动着的宏观物体相类比,可知运动的分子具有动能;将它们和

地球表面附近的物体相类比,可知相互作用的分子,也具有势能.

分子动能　将运动着的分子与运动着的宏观物体相类比:运动着的宏观物体具有动能,而构成物体的分子都是做永不停息地无规则运动的,因此,对运动的分子也可以引入动能——分子动能.宏观物体由于运动的速率不同而有着不同的动能,而分子运动的速率也各不相同,构成物体的大量分子所具有的分子动能也各不相同.

由于热现象是大量分子热运动的集体表现,因此,在研究热现象时,我们关心的不是一个分子的动能,而是物体内所有分子动能的平均值.我们把物体内所有分子动能的平均值叫做分子的平均动能.

温度越高,分子的热运动越激烈,分子的平均动能就越大;反之,温度越低,分子的热运动越缓慢,分子的平均动能就越小.因此,从气体动理论的观点看来,温度是物体分子热运动平均动能的标志.

分子势能　将存在着相互作用的分子与地球表面上的物体相类比:地球上的物体因和地球间存在着引力的作用而产生重力势能,分子间也有相互作用的引力和斥力,因而也应具有由分子间相对位置决定的势能,称为分子势能;重力势能的大小由物体和地球的相对位置决定,而如果改变气体的体积,分子间的距离就会改变,分子势能也会随之改变.所以分子势能的大小与物体的体积有关.

当分子间的距离大于分子的平衡间距 $r_0$ 时,它们的相互作用表现为引力,因此,分子势能随着分子间距的增大而增大;当分子间的距离小于分子的平衡间距 $r_0$ 时,它们的相互作用力表现为斥力,因此,分子势能随着分子间距的减小而增大.

物体的内能　将构成物体的分子与宏观物体相类比:物体具有动能和势能,系统中所有物体的动能、势能的总和,叫做系统的机械能;分子具有动能和势能,我们把物体中所有分子的动能和势能的总和,叫做物体的内能.

由于分子的平均动能与温度有关系,分子势能与物体的体积有关系,因此,物体的内能与物体的温度和体积有关.

在常温常压下,气体分子间的间距很大,分子力很小.如果忽略了分子力的作用,就可以不考虑气体的分子势能.这时,可以认为气体的内能仅与温度有关.这样的气体我们称为理想气体.

物体的内能和物体的机械能是两种不同形式的能.具有内能的物体,可以同时具有机械能或其他形式的能,例如,高速飞行的炮弹,除了具有内能外,还具有与整体的机械运动有关的动能和重力势能.

## 练习　1.2

1. 物体内部分子的_____能,随物体的温度而变化,物体内部分子的_____能,随物体的体

积而变化.

2. 物体内所有分子的_____能和_____能的总和叫做物体的内能.

3. 关于热量、内能、温度正确的说法是(　　).

A. 高温物体热量多，低温物体热量少

B. 热的物体把温度传给冷的物体，所以最后温度相同

C. 物体的内能只和温度有关

D. 任何物体都具有内能

# *§ 1.3 物体内能的改变

在力学中我们知道，做功能使物体的机械能发生变化. 那么，做功能否改变物体的内能呢?

18 世纪 90 年代,德国科学家伦福德曾有一段著名的论述:“最近我应邀去慕尼黑兵工厂领导钻制大炮的工作.我发现,铜炮在钻了很短的一段时间以后，就会产生大量的热；而被钻头从炮上钻出来的铜屑更热(像我用实验所证实的,它们比沸水还热).”

这段话又说明了什么呢?

做功可以改变物体的内能　用砂轮磨刀具时，砂轮和刀具都会变热；摩擦焊接时，相互接触的工件变热. 这些例子都说明，克服摩擦力做功，可以改变物体的内能.

用力压缩气体做功也可以改变气体的内能. 如图 1.5 所示，我们把一小块浸过乙醚的棉花放在厚壁玻璃气缸的底部，当快速向下推压活塞时，被压缩的气体的内能会迅速增加,气体骤然变热. 当温度达到乙醚的燃点时，浸有乙醚的棉花便燃烧起来.

图 1.5

这个实验仪器,称为压缩气体引火仪. 这一实验很具代表性,从中我们可以看出,一个完整的物理实验大致可分为实验源、实验对象、实验效果显示器三个组成部分:

1. 实验源　它是实验信号的发生源. 坚硬而透明的气缸和与之密合且摩擦很小的活塞, 就是这一实验中使气体升温、内能增加的实验源. 塑料质的气缸保证了实验过程的良好绝热性; 气缸做成透明的, 使实验效果的观察变得“一目了然”; 活塞与气缸严密吻合, 则保证了被封闭的气体的能量不会随气体外溢.

2. 实验对象　它是实验源所作用的对象,也是物理实验所要关注的中心.在这里, 实验对象是被活塞封闭在气缸中的气体. 我们研究的目的, 就是希望观察到在受到活塞急剧压缩后, 封闭在其中的气体有什么物理反应.

3. 实验效果显示器　用它显示实验对象被实验源作用后产生的效应或效果. 通常情况下,实验效果是不易或不能观察到的,这就需要我们用放大的方法、物理量代换的方法等, 将实验效果间接地显示出来. 在压缩气体引火仪中, 加入浸过乙醚的棉花, 是因为乙醚的燃点较低, 当气体被压缩, 内能增加、温度升高时, 乙醚很容易被引燃, 从而直观地显示出气体内能增加的效果.

可见, 外力压缩气体对气体做功, 会使气体的内能增加. 柴油机就是利用这个原理使气缸内的雾状柴油和空气的混合物升高温度而燃烧的. 反之, 在柴油机气缸内因燃烧形成的高温高压气体推动气缸里的活塞做功, 使燃气的体积膨胀, 温度降低, 内能减少. 上面的这些例子告诉我们, 做功可以改变物体的内能.

热传递可以改变物体的内能　做功并不是改变物体内能的惟一方法. 例如, 灼热的火炉可以使它周围的物体温度升高, 内能增加; 容器中的热水在不断地向外界散热后逐渐冷却, 内能减少. 在这些过程中, 并没有做功, 但内能发生了变化. 这种不通过做功而使物体的内能改变的过程叫做热传递. 在热传递过程中内能改变的多少叫做热量. 习惯上所谓“物体吸热(或放热)多少”, 真正的意思是:“由于热传递的原因, 物体的内能增加(或减少)多少”.



图　1.6

热传递有传导、对流和辐射三种方式　如图 1.6 所示, 烧铁条的一端, 另一端也会热起来, 这种热传递方式, 叫做传导; 加热壶中的水时, 壶中上下循环的水, 或顺烟道流动的空气, 这样进行的热传递, 叫做对流; 通过辐射转移内能的方式, 则称为热辐射. 热传递的规律是内能从温度高的物体转移到温度低的物体, 或者从物体中温度高的部分转移到温度低的部分, 直到它们的温度相等, 即达到热平衡时才

需要全本请访问 www.ertongbook.com