



普通高等教育“十五”国家级规划教材

热 学

范宏昌 编著

 科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十五”国家级规划教材

热 学

范宏昌 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者多年在南京大学所用的热学讲义基础上写成的. 本书试图写成一本适应新世纪应用型人才培养的热学教材, 它全面介绍了热学的基本概念、基本规律和基本理论, 注重理论与应用的联系, 反映了学科的新发展和新成就. 书中的例题、思考题和习题具有实用性和时代气息.

本书特别适合于综合性大学应用物理、材料科学和其他非物理专业而需学热学课程的学生, 可作为他们的教科书. 但本书也可作为物理基础人才培养基地和其他高等院校专业的热学教材或参考书.

图书在版编目(CIP)数据

热学/范宏昌编著. —北京: 科学出版社, 2003. 2

(普通高等教育“十五”国家级规划教材)

ISBN 7-03-010919-8

I. 热… II. 范… III. 热学 IV. O551

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 083827 号

责任编辑: 李鹏奇/责任校对: 柏连海

责任印制: 安春生/封面设计: 黄华斌 槐寿明

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2003 年 2 月第一次印刷 印张: 25 1/2

印数: 1—4 000 字数: 483 000

定价: 31.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

序 言

本教材设想的读者对象为理科大学作为应用型人才培养的学生,如应用物理、材料科学和其他非物理专业而需学热学课程的学生。因此,本教材试图介于基础型物理人才用热学教材和工科大学热学教材之间,努力做到基本概念正确、明白,基础理论清晰、系统,但在某些方面不刻意追求严格;涉及面宽,开拓横向联系,但不过多引入新名词、新概念,以免篇幅过大和冲淡主题;注意和实际应用相结合,但不陷入技术细节。本教材和传统理科大学热学教材相比,加强了应用或与应用联系紧密的内容。这里包括:充实了热传递部分内容,特别是对流和热辐射的讨论引入了传热学的最基本内容;热力学第一定律这一章,加进了控制体积和稳态稳流系统的第一定律形式;热力学第二定律这一章专门讨论了焓;热容部分加入了热容测量的意义和方法;深化了对稀薄气体输运现象的讨论;物态这一部分加进了非晶态、等离子体和液晶的内容;相变部分得到加强,不再限于气、液、固三相间的转变,还专门讨论了超导相变,也涉及了铁磁、顺磁相变;专门用一章讨论能量直接转换,包括温差电致冷、磁流体发电、燃料电池、太阳电池等。除了加入整章、整节与应用密切相关的内容外,在讨论一些基本内容时注意和应用的联系。在讨论涨落时介绍了热噪声;讨论泻流时介绍同位素分离的气体扩散法;讨论负温度时联系激光;讨论晶态、非晶态时联系相变型光盘等。

本书也试图写成一本适应 21 世纪教学要求的新教材,在内容上力求推陈出新。热学发展史、热质说兴衰等内容或者删除或只简略提及。物质由原子、分子组成的观点已在中学学过,并已深入人心,本书只强调其重要性而不深入讨论。量子力学和量子统计法已出现近 80 年,而在过去的热学教材中几乎没有反映。编者认为,应该以普通物理能接受的方式使这部分重要内容在 21 世纪的热学教材中占有一定位置。作为一本新教材,还应该努力反映学科的新发展、新概念、新成就,为此本书纳入了近平衡和远离平衡不可逆过程和临界现象的内容,包含了对称破缺、序参量等概念,介绍了近年来才出现的纳米材料、激光冷却和原子气体玻色-爱因斯坦凝聚。新教材对传统内容的处理应精益求精,力求创新。编者试图以尽可能简洁明了的方式讨论传统内容并努力从新的角度来处理传统内容。例如,气体状态方程是压强、体积和温度间的关系,选用理想气体温标就部分地确定了稀薄气体这三者间的关系。在理想气体状态方程的引入中突出了理想气体温标的作用。焦耳热功当量的工作是能量转换和守恒定律及热力学第一定律的实验基础。本书热力学第一定律的引入更突出了热功当量实验的作用。又如,

300.1.5

平衡态统计分布中的常量 β 可借助重力场中分子数密度分布来确定, 后者是容易用力学公式推出的, 本书采用的这种方法更简单, 也许更适合于普通物理类教材。

虽然本书只是热物理学的一本基础性教材, 仍试图勾划出该学科总的图像, 使学生对学科的全貌有所了解, 并知道所学内容在学科中的地位。耗散结构、混沌等内容的引入, 部分地就是出于这方面的考虑。有些重要内容, 如系综理论、涨落理论, 虽本书不作讨论, 但简单提及, 也是基于这样的原因。

粒子间的相互作用和外场对粒子的作用, 将导致粒子系统的有序和规则化, 粒子的热运动将引起无序和混乱。这两种对立倾向的竞争, 它们的相对强弱及变化, 是决定宏观物体热现象的基本因素。本书多次提到这种观点和它的不同表现形式, 试图把它作为贯穿热学微观部分的主线。

具有创新能力的应用型人才不仅要有精深的专门知识, 还要有开阔的视野和宽广的背景知识。因此, 本书对热学中基础性的一些重要内容也作适当介绍。高新技术的源头常出现在学科的交叉领域, 本书的选材扩展到了热学与其他学科的交叉部分。此外, 为使教材更完整, 本书也包含了一些也许偏专、偏深的内容。因此, 本书有些节号前标以 * 号, 这些内容可不作基本要求, 而让有兴趣、有余力的学生自学。有些专业 (如大气科学) 的学生高年级不再学热力学和统计物理课程, 而该课程的基本知识对他们是很有用的, 因此本教材也包括了这部分内容。编者认为, 对于某些对热力学和统计物理要求不高的应用物理方面的学生, 学习了本课程后不必再为他们开设少学时的热力学与统计物理课程, 这可作为课程整合的尝试。总之, 为了拓宽教材的适用面, 本书在选材上宽了一些, 教师可根据学时和学生专业的不同对内容进行适当筛选。

教材改革是一个老课题, 随着信息时代、知识经济时代和新世纪的到来, 这个问题尤为突出。国内已经出版了面向新世纪、面目一新的热学优秀教材, 这是可喜的。但社会所需的人才才是多方面的, 编者感到还需要有适应新世纪应用型人才的热学教材。作为一个从事热学教学多年的教师, 编者感到有责任承担这项工作。但编者水平有限, 书中错误、缺点难免, 敬请专家、学者和广大读者不吝赐教。

本教材是在南京大学柯善哲教授的鼓励和帮助下编写的。复旦大学李洪芳教授和南京大学卢德馨、柯善哲、王牧教授审阅了本书的初稿, 提出了许多宝贵的意见。南京大学教务处的领导积极支持本教材的编写和出版。编者对他们表示衷心的感谢。

编 者

2002 年 3 月于南京大学

目 录

绪论	1
第一章 热学基本概念	3
§ 1.1 平衡态和状态参量	3
§ 1.1.1 系统和外界	3
§ 1.1.2 平衡态	3
§ 1.1.3 状态参量	4
§ 1.2 温度	5
§ 1.2.1 热力学第零定律和温度	5
§ 1.2.2 温标	6
§ 1.2.3 气体温度计和理想气体温标	6
§ 1.2.4 其他温标	8
§ 1.2.5 常用温度计	9
§ 1.3 理想气体状态方程	12
§ 1.3.1 状态方程	12
§ 1.3.2 理想气体状态方程	13
§ 1.3.3 混合理想气体状态方程	15
§ 1.4 分子力	18
§ 1.4.1 分子力概述 范德瓦耳斯力	18
§ 1.4.2 分子力经验公式和伦纳德-琼斯势	20
§ 1.4.3 其他分子作用势模型	22
§ 1.4.4 分子碰撞有效直径	22
§ 1.4.5 决定宏观物体热现象的基本因素	23
§ 1.5 理想气体压强和温度的微观意义	24
§ 1.5.1 理想气体微观模型	24
§ 1.5.2 理想气体压强	25
§ 1.5.3 温度的微观意义	26
§ 1.6 真实气体状态方程	27
§ 1.6.1 范德瓦耳斯方程	27

§ 1.6.2 昂尼斯方程	30
附录 1-1 水的三相点管	32
附录 1-2 压强单位换算表	33
思考题	33
习题	33
第二章 近独立粒子系平衡态统计分布	38
§ 2.1 概率和统计基本概念	38
§ 2.1.1 概率和概率密度	38
§ 2.1.2 统计规律	40
§ 2.1.3 统计平均值	40
§ 2.1.4 涨落	41
§ 2.2 重力场中粒子数密度按高度的分布	43
§ 2.2.1 重力场中气体分子数密度按高度的分布	43
§ 2.2.2 悬浮微粒按高度的分布	45
§ 2.3 麦克斯韦-玻尔兹曼能量分布律	45
* § 2.3.1 相宇和子相宇	45
§ 2.3.2 宏观状态和微观状态	46
* § 2.3.3 经典统计中宏观态对应的微观态数	47
§ 2.3.4 等概率原理和最概然统计法	48
* § 2.3.5 最概然分布	48
* § 2.3.6 β 的确定	50
§ 2.3.7 结论	51
§ 2.4 麦克斯韦速度和速率分布律	56
§ 2.4.1 麦克斯韦速度分布律	56
§ 2.4.2 速度空间	59
§ 2.4.3 麦克斯韦速率分布律	60
§ 2.4.4 分子速率的三个统计值	61
§ 2.4.5 误差函数	64
§ 2.5 分子通量及其应用	65
§ 2.5.1 分子通量	65
§ 2.5.2 理想气体压强公式	67
§ 2.5.3 泻流和分子束	68
* § 2.5.4 麦克斯韦速度分布律实验验证	70
§ 2.5.5 同位素分离的气体扩散法	71
§ 2.5.6 热分子压差	72

§ 2.6 能量均分原理·····	72
§ 2.6.1 力学系统的自由度数 ·····	72
§ 2.6.2 能量均分原理 ·····	73
§ 2.6.3 理想气体内能 ·····	75
§ 2.6.4 理想气体热容 ·····	76
§ 2.6.5 经典理论的局限 ·····	77
§ 2.7 量子统计法·····	80
§ 2.7.1 量子统计应考虑微观粒子特性 ·····	80
§ 2.7.2 宏观状态对应的微观状态数 ·····	82
§ 2.7.3 平衡态粒子数分布 ·····	83
§ 2.7.4 从 FD 和 BE 分布到 MB 分布的过渡 ·····	85
§ 2.8 金属中电子气体·····	88
§ 2.8.1 自由电子模型 ·····	88
§ 2.8.2 $T=0\text{K}$ 情形 ·····	89
§ 2.8.3 $T>0\text{K}$ 情形 ·····	91
§ 2.8.4 电子气体热容 ·····	91
* § 2.8.5 自由电子模型的进一步讨论 ·····	93
§ 2.9 玻色-爱因斯坦凝聚和光子气体 ·····	94
* § 2.9.1 玻色-爱因斯坦凝聚 ·····	94
* § 2.9.2 理想玻色气体的压强和热容 ·····	96
* § 2.9.3 玻色-爱因斯坦凝聚实例·····	97
§ 2.9.4 光子气体 ·····	98
* § 2.10 子系统温度和负温度 ·····	100
§ 2.10.1 子系统温度 ·····	100
§ 2.10.2 粒子数反转和负温度 ·····	101
附录 2-1 定积分公式 ·····	102
附录 2-2 误差函数简表 ·····	102
思考题·····	103
习题·····	103
第三章 热量和热传递·····	108
§ 3.1 热力学过程和热量 ·····	108
§ 3.1.1 热力学过程 ·····	108
§ 3.1.2 热的本质 ·····	109
§ 3.1.3 热量 ·····	109
§ 3.2 热传导 ·····	110

§ 3.2.1 傅里叶定律	111
§ 3.2.2 热导率	111
§ 3.2.3 热欧姆定律	113
§ 3.3 对流	114
§ 3.3.1 瑞利的对流理论	114
§ 3.3.2 自然界一些对流现象	115
§ 3.3.3 牛顿冷却定律	116
§ 3.4 辐射传热	118
§ 3.4.1 热辐射	118
§ 3.4.2 黑体辐射	120
§ 3.4.3 基尔霍夫定律	123
* § 3.4.4 计算辐射传热的网络法	125
§ 3.4.5 气体对辐射的吸收 温室效应和臭氧层	131
* § 3.5 热管	133
习题	134
第四章 热力学第一定律	137
§ 4.1 功	137
§ 4.1.1 气体系统准静态过程中的功	137
§ 4.1.2 其他热力学系统的功	138
§ 4.1.3 关于功的一般讨论	139
§ 4.1.4 位形功和耗散功	140
§ 4.2 热力学第一定律	141
§ 4.2.1 内能	141
§ 4.2.2 热力学第一定律	142
§ 4.2.3 热力学第一定律和能量转化与守恒定律	143
§ 4.3 热容和焓	144
§ 4.3.1 热容	144
* § 4.3.2 热容测量	145
§ 4.3.3 焓的性质及其应用	146
§ 4.4 焦耳-汤姆孙效应 理想气体的内能和焓	148
§ 4.4.1 焦耳-汤姆孙效应	148
§ 4.4.2 焦耳-汤姆孙系数	150
* § 4.4.3 焦-汤系数表达式	151
* § 4.4.4 焦耳实验	153
§ 4.4.5 理想气体的内能和焓 定压热容	153

§ 4.5 理想气体基本过程	156
§ 4.5.1 等体过程	156
§ 4.5.2 等压过程	157
§ 4.5.3 等温过程	157
§ 4.5.4 绝热过程	158
§ 4.5.5 多方过程	159
§ 4.6 循环过程	165
§ 4.6.1 热机和循环过程	165
§ 4.6.2 卡诺循环	166
§ 4.6.3 奥托循环和狄塞尔循环	168
§ 4.6.4 制冷机和热泵	171
§ 4.7 开放系统和控制体积的热力学第一定律	173
§ 4.7.1 开放系统的热力学第一定律和人体基础代谢	173
§ 4.7.2 控制体积的热力学第一定律	174
§ 4.7.3 稳态稳流过程的热力学第一定律	176
附录 4-1 流体中纵波传播速度公式推导	178
思考题	179
习题	180
第五章 热力学第二定律	187
§ 5.1 热力学第二定律两种基本表述	187
§ 5.1.1 开尔文-普朗克表述和克劳修斯表述	187
§ 5.1.2 两种基本表述的等价性	188
§ 5.2 可逆过程和不可逆过程	189
§ 5.2.1 过程可逆与不可逆的定义	189
§ 5.2.2 过程可逆与不可逆的条件	190
§ 5.2.3 各种不可逆过程是互相联系的	191
§ 5.2.4 热力学第二定律实质	193
§ 5.3 卡诺定理	193
§ 5.3.1 卡诺定理	193
§ 5.3.2 热力学温度	194
§ 5.4 熵	197
§ 5.4.1 克劳修斯定理	197
§ 5.4.2 克劳修斯等式	198
§ 5.4.3 熵	199
§ 5.4.4 熵变的计算	201

§ 5.4.5 T-S 图	202
§ 5.4.6 熵增加原理和热力学第二定律的数学表述	203
§ 5.5 热力学基本方程	205
§ 5.5.1 热力学基本方程	205
§ 5.5.2 热力学基本方程应用举例	206
§ 5.6 热力势和化学势	208
§ 5.6.1 特征函数	208
§ 5.6.2 亥姆霍兹自由能	210
§ 5.6.3 吉布斯自由能	211
§ 5.6.4 化学势	212
§ 5.7 焓	214
* § 5.7.1 封闭系统的焓	215
* § 5.7.2 稳态稳流系统的焓	216
§ 5.7.3 不可逆过程焓损失	217
§ 5.7.4 焓效率	218
§ 5.8 热力学第二定律和熵的微观意义	219
§ 5.8.1 热力学第二定律的统计意义	219
§ 5.8.2 熵的微观意义——熵是无序的量度	220
* § 5.8.3 玻尔兹曼关系	221
思考题	224
习题	225
第六章 非平衡现象	229
§ 6.1 气体分子的平均自由程	229
§ 6.1.1 分子间的碰撞(散射)	230
§ 6.1.2 分子碰撞频率和平均自由程	230
§ 6.1.3 分子按自由程的分布	232
§ 6.2 气体输运现象	233
§ 6.2.1 输运现象的宏观规律	233
§ 6.2.2 气体输运现象的微观定性解释	236
§ 6.2.3 气体输运现象的初级微观理论	237
§ 6.2.4 理论和实验比较	240
§ 6.3 稀薄气体中的输运过程	242
§ 6.3.1 稀薄气体及其分子平均自由程	242
§ 6.3.2 极稀薄气体的黏性现象	243
§ 6.3.3 极稀薄气体的热传导	244

* § 6.4 近平衡不可逆过程热力学	246
§ 6.4.1 局域平衡	246
§ 6.4.2 熵产生“力”和“流”	247
§ 6.4.3 线性区不可逆过程	248
§ 6.4.4 交叉效应和昂萨格倒易关系	249
§ 6.4.5 最小熵产生原理	250
* § 6.5 远离平衡不可逆过程	251
§ 6.5.1 贝纳特失稳流	251
§ 6.5.2 耗散结构	252
§ 6.5.3 混沌	253
附录 6-1 平均相对速率公式证明	254
思考题	256
习题	257
第七章 物质聚集态	260
§ 7.1 晶体、非晶体和纳米材料	260
§ 7.1.1 晶体的宏观特性	261
§ 7.1.2 晶体的微观结构	262
§ 7.1.3 非晶态物质	265
§ 7.1.4 纳米结构材料	267
§ 7.2 晶体的结合力和内聚能	268
§ 7.2.1 晶体的结合力	268
* § 7.2.2 晶体的内聚能	272
§ 7.3 固体的热学性质与原子热运动	274
§ 7.3.1 晶格原子的热运动	274
§ 7.3.2 摩尔热容	275
§ 7.3.3 热传导	276
§ 7.3.4 热膨胀	277
* § 7.3.5 热缺陷	279
* § 7.3.6 固体中的扩散	280
§ 7.4 液体的微观结构和物性	282
§ 7.4.1 液体的微观结构	282
§ 7.4.2 液体分子的热运动	283
§ 7.4.3 液体的物性	284
§ 7.5 液体表面的性质	285
§ 7.5.1 表面张力	285

§ 7.5.2 表面内能和表面自由能	287
§ 7.5.3 表面张力的微观解释	289
§ 7.5.4 弯曲液面内外的压强差	290
§ 7.5.5 润湿和不润湿 接触角	292
§ 7.5.6 毛细现象	293
§ 7.6 液晶	297
§ 7.6.1 热致液晶分类	298
* § 7.6.2 热致液晶的一些电光性质及应用	299
§ 7.6.3 溶致液晶	301
§ 7.7 等离子体	302
§ 7.7.1 等离子体振荡	303
§ 7.7.2 德拜长度	304
§ 7.7.3 聚变等离子体	305
§ 7.7.4 低温等离子体	306
§ 7.7.5 日地空间等离子体	306
思考题	307
习题	308
第八章 相变	311
§ 8.1 气液相变	311
§ 8.1.1 蒸发与凝结 饱和蒸气压	311
§ 8.1.2 弯曲液面对饱和蒸气压的影响	313
§ 8.1.3 液滴的形成和增大	314
§ 8.1.4 沸腾	316
§ 8.2 单元系气液二相系统等温线	317
§ 8.2.1 真实气体等温线	317
§ 8.2.2 范德瓦耳斯等温线	319
§ 8.2.3 临界常量与范德瓦耳斯常量关系	321
§ 8.2.4 对应态定理和特鲁顿定则	322
§ 8.3 固液和固气相变 相图	322
§ 8.3.1 潜热	322
§ 8.3.2 气液二相图	323
§ 8.3.3 熔解	324
§ 8.3.4 结晶	324
§ 8.3.5 固气相变	326
§ 8.3.6 相图	327

§ 8.3.7 P - V - T 面	328
§ 8.4 相平衡条件和克拉珀龙方程	329
§ 8.4.1 相平衡条件	329
§ 8.4.2 克拉珀龙方程	330
§ 8.4.3 饱和蒸气压方程	331
§ 8.4.4 熔点与压强的关系	332
§ 8.4.5 渗透与反渗透 反渗透在水处理中的应用	333
§ 8.5 一级相变和连续相变	336
§ 8.5.1 相变的分类	336
§ 8.5.2 对称破缺和序参量	336
§ 8.5.3 一级相变和连续相变比较	337
§ 8.5.4 相变的物理原因及更广义上的相变	339
§ 8.5.5 超导相变	340
* § 8.6 临界现象	343
§ 8.6.1 单轴铁磁体相变和汽化曲线临界点	343
§ 8.6.2 临界现象	345
附录 8-1 低温的获得	346
1. 液体抽气降温	346
2. 绝热膨胀和节流膨胀	347
3. 绝热离子去磁和绝热核去磁	348
4. ^3He - ^4He 稀释致冷机	349
5. 激光冷却和射频感应蒸发冷却	351
思考题	352
习题	353
第九章 能量直接转换	356
§ 9.1 温差电效应	356
§ 9.1.1 功函数和接触电势差	356
§ 9.1.2 佩尔捷效应	358
§ 9.1.3 汤姆孙效应	359
§ 9.1.4 泽贝克效应	360
§ 9.1.5 温差电效应系数间关系	361
§ 9.2 温差电致冷器	362
§ 9.2.1 温差电单元	362
§ 9.2.2 温差电堆和级联	364
§ 9.2.3 材料和应用	364

§ 9.3 热电子发射	365
§ 9.3.1 热电子发射基本公式	365
§ 9.3.2 热电子发电	367
§ 9.4 磁流体发电	367
§ 9.4.1 基本原理	367
§ 9.4.2 回旋运动的影响	369
§ 9.5 燃料电池	370
§ 9.5.1 化学电池和燃料电池	370
§ 9.5.2 燃料电池反应热力学分析	372
§ 9.5.3 燃料电池的优点和发展前景	374
§ 9.6 太阳能利用	375
§ 9.6.1 太阳能热利用	375
§ 9.6.2 太阳电池和太阳能卫星发电	376
§ 9.6.3 太阳能制氢	377
思考题和习题的提示与答案	378
主要参考书目	388
索引	390

绪 论

冷热程度发生变化时,物体的许多性质也随之改变,例如,热胀冷缩,物质的三态变化,受热时金属的电阻率增大而半导体的电阻率减小,淬火可提高钢的硬度,加热使铁块由灰黑变为赤红直至白炽,等等.物体的性质及状态与物体的冷热程度有关,这称为热现象.表征物体冷热程度的物理量是温度.热现象也就是与物体温度有关的物体性质及状态的变化.

热现象与热运动密切相关.“热运动”一词有两种含义:一种是作为宏观物体的一种运动形态来使用,它是宏观物体以热现象为主要标志的一种运动形态;另一种是作为构成宏观物体的微观粒子的运动形态来使用的,它指微观粒子永不停止的杂乱运动.

热学研究由大量原子、分子组成的系统的热运动,研究热运动的规律、热运动对物质性质的影响、热运动和其他运动形态的转化.

物质由分子、原子组成.每个运动的分子都有它的质量、速度、能量等,这些量称为微观量.有些微观量同类粒子有相同的值,如所有电子有相同的静质量.对这类微观量我们已知道相当精确的值.还有一类微观量,如粒子的速度、能量,不同的粒子有不同的值,而且每个粒子的这些量都不断在发生变化,我们不可能测出所有组成粒子这些微观量的值.然而从宏观的角度看,并没有必要知道所有这些微观量.宏观过程和微观运动的时间尺度相比,数量级悬殊.例如固体中原子的振动周期为 10^{-15} s 量级,标准状况下,一个气体分子大约每秒要和其他气体分子碰撞 10^9 次,宏观的仪器来不及对这样的快速变化作出响应.从空间尺度看,宏观看来很小的范围内包含着大量的原子、分子.例如,标准状况下,边长为 1mm 的立方体内就有 2.69×10^{16} 个气体分子.宏观上表现出来的是大量微观粒子微观量平均所产生的效果,人们感觉器官所感受到的、测量仪器所探测到的都是这种时间和空间的平均效应.这种平均效应代表了原子、分子集体的性质.表征大量原子、分子集体性质的量,如温度、压强、热容等,称为宏观量.

从大的方面划分,研究热现象的方法有两种.一种方法是总结实践经验和实验结果,从中得出一些基本规律,并对这些基本规律作演绎、推理,得出物质各种宏观性质之间的关系,指明宏观过程进行的方向和限度.这种方法不涉及物质的微观结构,不追求热现象的本质.这是一种宏观的研究方法,是热力学所用的方法.因这种

方法不涉及微观模型,是建立在实验定律基础上的,因而结果可靠.这种方法是从非常基本的一些定律出发进行演绎、推理的,因而所得结论具有普通性.另一种方法是从物质的微观结构出发,认为物质由大量的原子、分子组成,用统计的方法找出宏观量与原子、分子的微观量之间的关系,从而揭示热现象的微观本质.这是一种微观的方法,统计物理用的就是这种方法.热力学和统计物理是热学的两个组成部分,它们相辅相成,互为补充.热力学是一门实验科学,它的原理和结论具有可靠性和普遍性,因而热力学有着广泛的应用.热力学可预言宏观量间的一些关系,但仅用热力学原理不能得到宏观量的具体数值.此外,由于热力学忽略物质的微观结构,把物质看作连续介质,用连续函数反映物质性质,热力学也无法解释宏观性质的涨落现象.统计物理方法要对物质结构提出假设和模型,要作简化,因此虽这种方法能给出宏观量的数值和宏观量间的关系,能揭示热现象的本质,但缺乏可靠性和普遍性,统计物理所得到结果需通过热力学关系和实验来验证.

统计物理中最早建立起来的部分是气体分子动理论,气体分子动理论是统计物理的前身和重要部分.统计物理的主要组成部分是统计力学,它研究系统平衡态的性质.热力学和统计物理也都研究非平衡态的行为.

虽然气体分子动理论和统计力学都是微观理论,都以物质由原子、分子组成为出发点,但两者在研究方法上也有差别.气体分子动理论要提出较具体的物质结构模型,对分子间的相互作用,尤其是分子间的碰撞作假设,把经典力学定律应用于分子运动,然后用统计的方法推导宏观量间的关系和计算宏观量的值.统计力学则不考虑物质结构和分子力学性质的细节,只考虑分子的能量和应用普遍的统计原理.本书是热学的基础性教材,讨论热力学和气体分子动理论的基本内容,统计力学部分只讨论近独立粒子系的统计理论,对非平衡态热力学只作简单介绍.近年的许多统计物理书籍不单独讨论气体分子动理论,把原气体分子动理论平衡态性质的内容作为统计力学的一部分,本书也这样处理.