

高等学校教学用书



分子物理学

上册

E. A. 史特劳夫著

高等教育出版社

544.1
167

· 高等学校教学用书



分子物理学

上册

E. A. 史特劳夫著

南开大学物理系 合译
戈 革

高等教育出版社



高等学校教学用书



分子物理学

下册

E. A. 史特劳夫著
戈革译

高等教育出版社



本書系根據蘇聯國家技術理論書籍出版社 (Техтехидаг) 出版的史特勞夫 (Е. А. Штрауф) 著“分子物理學” (Молекулярная Физика) 1949 年版譯出。原書為蘇聯高等工業學校教學參考書。

原書共分三編：第一編為力學，內容深入淺出，帶有預習性質，共八章。第二編為分子物理基礎，闡明熱力學、分子論、統計物理學的基本概念，共七章。第三編專述固體、液體、氣體的基本性質，共八章。

中文譯本分上下兩冊出版，本書為上冊，包括第一編和第二編，由南開大學物理系陳仁烈、郭威孚、嚴肅、李若璠、母國光等同志和北京石油學院戈革同志合譯。

分 子 物 理 學

上 冊

Е. А. 史特勞夫著

南開大學物理系
戈 革 合譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內永恩寺 7 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 051 號)

京華印書局印刷 新華書店發行

統一書號 13010·574 開本 859×1168 1/32 印張 11

字數 234000 印數 0001—8,000 定價 (6) 1.27

1959 年 4 月第 1 版 1959 年 4 月第 1 次印刷

本書系根据苏联国家技术理論書籍出版社 (Гостехиздат) 出版的史特勞夫 (Е. А. Штрауф) 著的“分子物理学” (Молекулярная физика) 1949 年版翻譯而成。可作为高等学校的普通物理的参考書。

原書中譯本分上下兩册出版。上册包括原書的第一、二兩編, 已經出版。本書為下册, 包括原書的第三編, 主要从分子物理观点来闡述各种物态的基本特点, 从真实气体、液体、固体直到胶体。

分 子 物 理 学

下 册

Е. А. 史 特 勞 夫 著

戈 革 譯

高等教育出版社出版北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 054 号)

京華印書局印裝·新华書店發行

統一書号 13010·592 開本 850×1168¹/₃₂ 印張 81²/₁₆

字數 221000 印數 0001—7,500 定價 (6) 洋 1.00

1959 年 5 月第 1 版 1959 年 5 月北京第 1 次印刷

原 序

高等学校中除了普通物理学的教科書以外，还应该有适应于教学大綱各篇章的参考書。因此，作者提供这样一本分子物理学的参考書。

分子运动論的發展，起始于罗蒙諾索夫的天才論著，并为許多优秀科学家的著作所繼續，在这些科学家中，俄国人占有荣誉的地位。分子論的發展，乃是辯証唯物主义哲学的光輝証实。从实践中汲取事实并以新观念丰富这种实践的分子論，总是愈来愈深入地洞察着物質結構的秘密，而証实着分子存在的真实性。这也就无怪乎自然科学中的唯心主义宣教者們，曾經一再选择分子論作为他們的攻击目标，来想尽方法加以詆毀。然而所有这一类的企圖，都已毫无例外地被无数实验数据所粉碎了。为了維護分子論而作的斗争，从来就是唯物主义对于唯心主义的斗争。因此，在分子論的創立中，那些坚定地站稳唯物主义立場的科学家們，曾經起过相当巨大的作用。因此，苏联科学家們得以如此有效地进行工作，發展着并深化着分子論。他們的工作乃是唯物主义哲学的自然科学基础，同时正以新的成就不断地丰富着苏联的社会主义工业。

在材料计划方面，在編排方法和闡述方式方面，本書和多勃朗腊沃夫(Н. И. Добронравов)、納斯列多夫(Д. Н. Наследов)、哈里托(Ю. Б. Харитон)及史特劳夫(Е. А. Штрауф)合著的普通物理学第一卷約略相似。在本書內，为了使讀者方便起見，在分子物理学的前面也附有專門一編，来討論帶預習性質的某些力学問題。作者認為，在本書中可以采用上述一書中本人所写的某些部分和某些插

圖。至于涉及实在气体、液体和固体的第三編，則是完全新写的。

作者曾經考虑到，按照修訂过的高等工业学校教学计划，物理課程的教学已改为从第二学期开始。这就提供了以下的可能性：第一，从本書开头即可应用微分算法，而从后半本起就可用簡單的积分算法；第二，可刪去某些輔助問題的講解，例如，已在理論力学課程中学过的矢量基本运算法则。并且也可以刪去已在化学課程中以現代原子結構观点进行过學習的門捷列夫元素周期表。考虑到分子物理学中的固体部分对于現代工业教育的意义重大，本書对于这一部分，比上述普通物理学課本，給予了更大的重視。

讀者對本書的缺点以及可改进的地方如能提供意見，作者對他們表示感謝。

作 者

1949年5月19日

上册目录

原序.....	viii
緒論.....	1
§1 关于物理量的量度.....	1
§2 長度、時間及質量的單位.....	2
§3 直接量度和間接量度.....	3
§4 基本單位和导出單位.....	4
§5 物理單位的絕對制.....	5
§6 物理量的量綱.....	6
§7 不同量度制中的物理量量綱及量綱恒量.....	10

第一編 力 学

第一章 一般知識.....	12
§1 引言.....	12
§2 預备概念.....	13
§3 剛体.....	15
§4 剛体运动的基本形式.....	15
§5 等速直綫运动.....	17

第二章 質点运动学和剛体的平动.....	19
§1 平均速度和瞬时速度.....	19
§2 計算瞬时速度的例子.....	20
§3 等变速运动.....	20
§4 物体的下落.....	24
§5 平均加速度和瞬时加速度.....	24
§6 計算瞬时加速度的例子.....	25
§7 質点的等速圓周运动.....	26
§8 法向加速度.....	30
§9 切向加速度和全加速度.....	31

第三章 剛体轉动的运动学.....	33
§1 角程.....	33
§2 角速度.....	34
§3 角加速度.....	35
§4 对应的綫量与角量之間的关系.....	36

第四章 質点动力学	38
§ 1 牛頓力学	38
§ 2 慣性定律	38
§ 3 慣性計算系統	39
§ 4 力学中的相对性原理	40
§ 5 关于牛頓第二定律	42
§ 6 力和質量	43
§ 7 CGS 制和 MKS 制中質量的單位和力的單位	46
§ 8 力和質量的工程單位	48
§ 9 牛頓第三定律	50
§ 10 力的独立作用原理	51
§ 11 应用运动定律的例子	51
§ 12 在几个不相平衡的力作用下的运动举例	57
§ 13 冲量和动量	61
§ 14 动量守恒定律	63
§ 15 应用动量守恒定律的实例	65
§ 16 質心(慣性中心)	67
第五章 功、能、平衡条件	70
§ 1 功和动能	70
§ 2 作用力与位移夹一角度时的功	72
§ 3 几个力所作的功	74
§ 4 举高重物所作的功	75
§ 5 势能	77
§ 6 能量的几种普遍性質·能量守恒定律	78
§ 7 能量守恒及轉換的例子	80
§ 8 彈性球的碰撞	83
§ 9 平衡的一般条件	88
§ 10 功率	91
第六章 剛体的轉动——动力学	93
§ 1 繞固定軸轉动的物体的能量	93
§ 2 关于轉动慣量	94
§ 3 物体轉动时的功和功率	96
§ 4 轉动物体的能量方程	97
§ 5 轉动剛体的运动方程	98
§ 6 上述結果对于非絕對剛体的若干轉动情形的推广	99
§ 7 动量矩守恒定律	100
§ 8 剛体的平衡条件	104
§ 9 总动能	105

第七章 万有引力	106
§1 万有引力定律	108
§2 球及球壳的引力	107
§3 引力恒量的测定	109
§4 惯性质量和引力质量	111
§5 重力加速度的测定	113
§6 万有引力定律的验证	115
§7 开普勒定律	116
§8 引力所作的功	121
§9 引力场	124

第八章 非惯性系统中现象的观察	125
§1 惯性力	125
§2 惯性力和引力的相同之点	127
§3 离心力	130
§4 转动加速度与力	133

第二編 分子物理学基础

第一章 理想气体的状态	136
§1 物质的状态·物态方程	136
§2 作为极限状态的理想气体	136
§3 基本气体定律	137
§4 理想气体的物态方程	139
§5 物态方程中各量的量纲及单位	143
§6 物态方程的应用·混合气体	145
§7 气体的压缩及液化	147
§8 压强随高度的减低·气压公式	152

第二章 温度及其测量	155
§1 温度的概念	155
§2 气体温度计	158
§3 恒定测温点	159
§4 以物体膨胀为基础的温度计	161
§5 电学的和光学的测温方法	165

第三章 分子论基础	167
§1 分子理论	167
§2 布朗运动	170
§3 气体的压强	178
§4 气体运动论的压强基本方程	174

§ 5 一克分子中的分子数 阿伏伽德罗数	178
§ 6 玻耳兹曼恒量	181
§ 7 压强和分子浓度及气体温度的关系	182
§ 8 气体运动论的能量基本方程	182
§ 9 绝对零度和绝对温度	183
§ 10 力场中的理想气体	185
§ 11 贝林测定阿伏伽德罗数的工作	187
§ 12 均方速度及均方根速度的测定	189
§ 13 分子的速度分布	192
第四章 热力学第一定律及其在研究气体性质方面的应用	196
§ 1 热力学	196
§ 2 系统的固有能与内能	197
§ 3 自由度	197
§ 4 分子的自由度	202
§ 5 能量按自由度的分配	203
§ 6 分子的转动平均能量及振动平均能量	205
§ 7 理想气体的内能	206
§ 8 理想气体热平衡的建立	207
§ 9 热量的单位	208
§ 10 量热学	210
§ 11 热与功的等效性	216
§ 12 热力学第一定律的不同表述以及由此定律得出的某些推论	220
§ 13 内能的变化	223
§ 14 关于热容量	225
§ 15 等容过程	227
§ 16 等压过程	228
§ 17 经典理论的缺陷	230
§ 18 等温过程	238
§ 19 绝热过程	241
§ 20 绝热方程	243
§ 21 绝热膨胀中气体所作的功的计算	245
§ 22 决定气体等压热容量与等容热容量之比值的几种方法	247
第五章 输运现象	250
§ 1 分子自由程长度及碰撞次数	250
§ 2 分子按自由程长度的分布	255
§ 3 分子的有效半径	256
§ 4 输运现象	257
§ 5 扩散	259

§ 6 扩散抽机	266
§ 7 热传导	268
§ 8 内摩擦	273
§ 9 内摩擦系数(或粘滞系数)的测定	277
§ 10 扩散系数·导热系数及内摩擦系数的比较	278
§ 11 从输运现象出发来确定平均自由程长度和分子有效半径	279
§ 12 输运系数和压强的关系·真空现象	281
第六章 气体和液体的运动	287
§ 1 气体和液体的片流及湍流	287
§ 2 气体动力学与液体动力学	291
§ 3 沿管的片流	295
§ 4 低压下的气流	300
§ 5 柏努里方程	303
§ 6 应用柏努里定律的例子	308
第七章 热力学第二、第三定律及其统计诠释	314
§ 1 热力学第二定律	314
§ 2 自然过程的不可逆性	316
§ 3 热机的效率	318
§ 4 卡诺循环的效率	321
§ 5 热机和第二定律	324
§ 6 提高热机效率的方法	326
§ 7 绝对温标	328
§ 8 能量转换率和热量的特性	328
§ 9 自由能和平衡条件	330
§ 10 嫡	331
§ 11 热力学第三定律	332
§ 12 物理学中统计方法的概念	332
§ 13 热力学中的统计理论	338
§ 14 勒夏忒列-勃劳恩原理	340

下册目录

第三編 真实气体及凝聚态——液态及固态

第一章 真实气体	343
§ 1. 分子的相互作用及聚集态	343
§ 2. 克拉珀龙定律的偏差	348
§ 3. 范德瓦耳斯方程	350
§ 4. 范德瓦耳斯方程和实验数据的比较	354
§ 5. 真实气体的内能	357
§ 6. 焦耳-汤姆孙效应	359
第二章 真实气体等温线的分析以及汽态和 液态之间的相互转变	362
§ 1. 范德瓦耳斯等温线	362
§ 2. 临界态	367
§ 3. 真实气体的实验等温线以及汽态和液态之间的相互转变	371
§ 4. 转变热	378
§ 5. 汽压	383
§ 6. 沸腾和空蚀现象	389
§ 7. 过饱和汽	394
§ 8. 过热液体和紧张液体	399
§ 9. 气体的液化	406
§ 10. 范德瓦耳斯方程的偏差	410
第三章 液态的特点	412
§ 1. 液态的一般特性	412
§ 2. 液体的压缩性	417
§ 3. 液体的热膨胀	420
§ 4. 液体的热容量	424
§ 5. 液体表面层的特殊性	425
§ 6. 表面张力	428
§ 7. 由液面的弯曲所引起的现象	437
§ 8. 三相交界处所发生的现象	443
§ 9. 毛细现象	448
第四章 溶液及输运现象	455

§ 1. 气体溶在液体中而成的溶液	455
§ 2. 固体或液体溶在液体中而成的溶液	456
§ 3. 溶解热; 溶质对于汽压大小及溶液沸騰温度所起的影响	453
§ 4. 液体中的輸运現象	462
§ 5. 扩散	462
§ 6. 液体分子在一个固定平衡位置附近的平均停留時間	465
§ 7. 渗透作用	466
§ 8. 热傳导	470
§ 9. 液体的粘滯性	471
§ 10. 表面活性物質及若干表面現象	474
第五章 晶体結構	481
§ 1. 晶体	481
§ 2. 晶体点陣	483
§ 3. 晶体点陣的几何学	485
§ 4. 孪晶	491
§ 5. 晶体点陣的物理类型	493
§ 6. 原子点陣或同極点陣	493
§ 7. 离子晶体	495
§ 8. 金屬晶体	502
§ 9. 包含几种組元的晶体	504
§ 10. 分子晶体	507
第六章 热現象及晶态的变化	510
§ 1. 晶体点陣的能量	510
§ 2. 固体的热膨胀	511
§ 3. 由热运动引起的点陣破坏	515
§ 4. 固体的热傳导	518
§ 5. 晶体的热容量	518
§ 6. 晶态及非晶态間的正逆轉变	521
§ 7. 晶体的升华热及溶解热	530
§ 8. 物态圖, 三相点	532
§ 9. 合金及固溶体的溶度圖	536
第七章 固体的力学性質	542
§ 1. 固体的形变及胁强	542
§ 2. 虎克定律及彈性形变的叠加	545
§ 3. 單向拉伸或單向压縮(綫性形变)	546
§ 4. 綫性形变时的橫向綫度改变	551
§ 5. 各向压縮及各向拉伸	554

§ 6. 切变.....	557
§ 7. 綫性形变和切变之間的关系.....	559
§ 8. 各彈性模量和彈性系数之間的关系.....	562
§ 9. 平面橫向撓曲.....	563
§ 10. 扭轉.....	571
§ 11. 彈性形变时的功和能.....	573
§ 12. 虎克定律的偏差和“非彈性”.....	576
§ 13. 范性形变.....	580
§ 14. 强度.....	588
§ 15. 疲乏.....	593
第八章 高分子化合物和胶体	595
§ 1. 高分子化合物.....	595
§ 2. 高分子化合物的物理性質及結構.....	596
§ 3. 高分子化合物的形成过程.....	598
§ 4. 橡胶及高分子聚合体的橡胶态.....	599
§ 5. 有关胶体的概念.....	603
§ 6. 胶体的稳定性和变化性.....	606
§ 7. 凝胶及冻胶.....	609
§ 8. 自然界中及技术上的胶体.....	611

緒 論

§ 1. 关于物理量的量度 物体、物理状态或物理过程,都是用量度方法所确定的各种量来加以表征的。

大家知道,任何一个量的量度,就是要确定它究竟等于另一个被选为單位的同类(同品質、同性質)量的多少倍。換句話說,量度就是寻求已知量与所选單位量之間的比值。这里最重要的是以上所強調的那一句話,就是說,量度的單位應該采用与被量度量同类的某一个量。例如,應該采用某一段長度作为長度的單位;采用某一段時間間隔作为時間的單位;采用某一确定大小的力作为力的單位;采用某一确定大小的功作为功的單位;余类推。

在实用上,曾經采用过各种不同的單位来量度同一种类的量。只要列举各式各样的長度單位也就够了:地理上的哩、湮(海里)、俄里(等于 3500 英尺)、噶(等于 7 英尺)、俄尺(等于 28 英寸)、俄寸(等于 $\frac{1}{16}$ 俄尺)、英尺、英寸、鎰、碼、纜(海上尺度,等于 180 米)、光年、秒差距(星空尺度,等于 3.26 光年)、米制單位等等。

当然,量度單位的大小如果改变,量的数值也就随着改变。不难看出,量的数值將与所选單位的大小成反比。例如,同一時間間隔可表为 $\frac{1}{2}$ 小时,或表为 30 分鐘,或表为 $\frac{1}{48}$ 晝夜,或表为 1800 秒。十分重要的是,無論用何种單位去量度,两个确定的同类量之数值的比都將保持不变(当然,这两个量必須用相同的單位去量度)。

例如,不管我們量度两个長度时用的是俄尺还是用毫米,用的是千米还是英寸,两个長度的数值之比总是保持不变的。即使是当两个被比較之量中的某一个被取作單位时,它們的数值之比也

是保持不变的。如果选定第一个量作为量度單位，那么这个比值就是用第一个量来量度第二个量所得的結果。

科学中实际采用的一切量度制度，都具有上述的特点。在 § 6 中我們將遇到由这种規定而得出的一个重要結果。

§ 2. 長度、時間及質量的單位 一种量度單位的定义，應該包括明显的和精确的說明，根据这种說明，我們可以確認被采用的量度單位是怎樣的量；或者是更进一步，知道如何在实际上确立这种量度單位（所謂建造标准或模型的方案），或知道观测所取單位量的方法。

我們举几个这类定义的例子，它們是我們以后需要用到的。

a) 物理学中采用厘米作为長度單位。1 厘米等于标准米的百分之一。这标准米等于一个标准器上所刻两条短綫之間的距离。这个标准器是在 1799 年制造的，現在保存于巴黎科学院中（在这个标准器上刻着一句法文：“pour tous les temps, pour tous les peuples”，意即“在任何時間，为一切人民”）。上述定义的煩瑣性和人为性，是有簡單解釋的。根据原来的設想，一米應該等于通过巴黎的四分之一子午圈的一千万分之一。当初在測量工作中所發生的誤差，就比較完善的測量技术看来，是完全可以測定的，不过，如果要引入相应的修正，在实际上是不方便的，因为随着測量的改进，这种修正也将需要不断地进行。

近代物理学上，在作最精确的長度測量时，采用“長度的自然單位”——光的波長。为此目的，选用了金屬鎘的熾热蒸气光譜中紅綫、綠綫和藍綫的波長作为長度單位。

在溫度为 15°C 、压强为 76 厘米水銀柱的空气中，曾經得出：

对于紅光	1 米 = 1,553,163.6 λ_1 ;
对于綠光	1 米 = 1,966,249.7 λ_2 ;
对于藍光	1 米 = 2,083,372.1 λ_3 ;