



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

C8版

张三慧 编著

大学物理学 下册

(第三版)

清华大学出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

张三慧 编著

C8版

大学物理学

下册

(第三版)

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是张三慧编著的《大学物理学》(第三版)中的下册。热学部分包括温度和气体动理论,热力学第一定律和第二定律。光学部分讲述波动光学的光的干涉、衍射、偏振等规律。相对论部分主要讲述狭义相对论。量子物理部分包括微观粒子的二象性、薛定谔方程(定态)、原子中的电子能态。

本书可作为高等院校的物理教材,也可以作为中学物理教师教学或其他读者自学的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学. 下册: C8 版 / 张三慧编著. —3 版. —北京: 清华大学出版社, 2017
ISBN 978-7-302-46760-1

I. ①大… II. ①张… III. ①物理学—高等学校—教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 048603 号

责任编辑: 朱红莲

封面设计: 傅瑞学

责任校对: 王淑云

责任印制: 沈一露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京密云胶印厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 20

字 数: 483 千字

版 次: 1982 年 1 月第 1 版 2017 年 5 月第 3 版

印 次: 2017 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1~3500

定 价: 42.00 元

产品编号: 073944-01

前言

FOREWORD

这部《大学物理学》(第三版)C8版含力学篇、电磁学篇、热学篇、光学篇、相对论篇和量子物理篇,共6篇。

本书内容完全涵盖了2006年我国教育部发布的“非物理类理工学科大学物理课程基本要求”。书中各篇对物理学的基本概念与规律进行了正确明晰的讲解。讲解基本上都是以最基本的规律和概念为基础,推演出相应的概念与规律。笔者认为,在教学上应用这种演绎逻辑更便于学生从整体上理解和掌握物理课程的内容。

力学篇是以牛顿定律为基础展开的。除了直接应用牛顿定律对问题进行动力学分析外,还引入了动量、角动量、能量等概念,并着重讲解相应的守恒定律及其应用。除惯性系外,还介绍了利用非惯性系解题的基本思路,刚体的转动、振动、波动这三章内容都是上述基本概念和定律对于特殊系统的应用。

电磁学篇按照传统讲法,讲述电磁学的基本理论,包括静止和运动电荷的电场,运动电荷和电流的磁场,介质中的电场和磁场,电磁感应,电磁波等。

热学篇的讲述是以微观的分子运动的无规则性这一基本概念为基础的。除了阐明经典力学对分子运动的应用外,特别引入并加强了统计概念和统计规律,包括麦克斯韦速率分布律的讲解。对热力学第一定律也阐述了其微观意义。对热力学第二定律是从宏观热力学过程的方向性讲起,说明方向性的微观根源,并利用热力学概率定义了玻耳兹曼熵,说明了熵增加原理。

光学篇以电磁波和振动的叠加的概念为基础,讲述了光电干涉和衍射的规律。第21章光的偏振讲述了电磁波的横波特征。

以上力学、电磁学、热学、光学各篇的内容基本上都是经典理论,但也在适当地方穿插了量子理论的概念和结论以便相互比较。

相对论篇对狭义相对论的讲解以两条基本假设为基础,从同时性的相对性这一“关键的和革命的”(杨振宁语)概念出发,逐渐展开得出各个重要结论。这种讲解可以比较自然地使学生从物理上而不只是从数学上弄懂狭义相对论的基本结论。

量子物理篇是从波粒二象性出发以定态薛定谔方程为基础讲解的。介绍了原子、分子和固体中电子的运动规律以及核物理的知识。

本书除了6篇基本内容外,还开辟了“今日物理趣闻”栏目,介绍物理学的近代应用与前沿发展,而“科学家介绍”栏目用以提高学生素养,鼓励成才。

本书各章均配有习题,以帮助学生理解和掌握已学的物理概念和定律或扩充一些新的知识。这些题目有易有难,绝大多数是实际现象的分析和计算。题目的数量适当,不以多取胜。也希望学生做题时不要贪多,而要求精,要真正把做过的每一道题从概念原理上搞清楚,并且用尽可能简洁明确的语言、公式、图像表示出来,须知,对一个科技工作者来说,正确地书面表达自己的思维过程与成果也是一项重要的基本功。

本书在保留经典物理精髓的基础上,特别注意加强了现代物理前沿知识和思想的介绍。本书内容取材在注重科学性和系统性的同时,还注重密切联系实际,选用了大量现代科技与我国古代文明的资料,力求达到经典与现代、理论与实际的完美结合。

物理教学除了“授业”外,还有“育人”的任务。为此本书介绍了十几位科学大师的事迹,简要说明了他们的思想境界、治学态度、开创精神和学术成就,以之作为学生为人处事的借鉴。本书的撰写和修订得到了清华大学物理系老师的热情帮助(包括经验与批评),也采纳了其他兄弟院校的教师和同学的建议和意见。此外也从国内外的著名物理教材中吸取了很多新的知识、好的讲法和有价值的素材。这些教材主要有:新概念物理教程(赵凯华等),Feynman Lectures on Physics, Berkeley Physics Course(Purcell E M, Reif F, et al.), The Manchester Physics Series(Mandl F, et al.), Physics(Chianian H C.), Fundamentals of Physics(Resnick R), Physics(Alonso M, et al.)等。

对于所有给予本书帮助的老师和学生以及上述著名教材的作者,本人在此谨致以诚挚的谢意。大连海事大学诸位老师在第三版B版的基础上进行了修改,特在此一并致谢。

目 录

CONTENTS

下 册

第 3 篇 热 学

第 14 章 温度和气体动理论	3
14.1 平衡态	3
14.2 温度的概念	4
14.3 理想气体温标	5
14.4 理想气体状态方程	7
14.5 气体分子的无规则运动	9
14.6 理想气体的压强	11
14.7 温度的微观意义	14
14.8 能量均分定理	16
14.9 麦克斯韦速率分布律	18
14.10 麦克斯韦速率分布律的实验验证	21
提要	23
习题	24
科学家介绍 玻耳兹曼	27
第 15 章 热力学第一定律	30
15.1 功 热量 热力学第一定律	30
15.2 准静态过程	32
15.3 热容	35
15.4 绝热过程	40
15.5 循环过程	43
15.6 卡诺循环	46
15.7 致冷循环	48

提要	50
习题	51
科学家介绍 焦耳	54
第 16 章 热力学第二定律	57
16.1 自然过程的方向	57
16.2 不可逆性的相互依存	59
16.3 热力学第二定律及其微观意义	60
16.4 热力学概率与自然过程的方向	62
16.5 玻耳兹曼熵公式与熵增加原理	65
16.6 可逆过程	67
提要	68
今日物理趣闻 D 耗散结构	69
D.1 宇宙真的正在走向死亡吗	69
D.2 生命过程的自组织现象	69
D.3 无生命世界的自组织现象	71
D.4 开放系统的熵变	72
D.5 稍离平衡的系统	73
D.6 远离平衡的系统	74
D.7 通过涨落达到有序	75
第 4 篇 光 学	
第 17 章 振动	79
17.1 简谐运动的描述	79
17.2 简谐运动的动力学	82
17.3 简谐运动的能量	84
17.4 阻尼振动	85
17.5 受迫振动 共振	87
17.6 同一直线上同频率的简谐运动的合成	89
17.7 同一直线上不同频率的简谐运动的合成	90
17.8 两个相互垂直的简谐运动的合成	91
提要	92
习题	94

第 18 章 波动	96
18.1 行波	96
18.2 简谐波	97
18.3 物体的弹性形变	102
18.4 弹性介质中的波速	103
18.5 波的能量	105
18.6 惠更斯原理与波的反射和折射	108
18.7 波的叠加 驻波	111
18.8 声波	115
18.9 多普勒效应	116
提要	120
习题	121
第 19 章 光的干涉	124
19.1 杨氏双缝干涉	124
19.2 相干光	128
19.3 光程	130
19.4 薄膜干涉(一)——等厚条纹	132
19.5 薄膜干涉(二)——等倾条纹	136
19.6 迈克耳孙干涉仪	138
提要	139
习题	140
科学家介绍 托马斯·杨和菲涅耳	142
第 20 章 光的衍射	145
20.1 光的衍射和惠更斯-菲涅耳原理	145
20.2 单缝的夫琅禾费衍射	146
20.3 光学仪器的分辨本领	151
20.4 光栅衍射	153
20.5 光栅光谱	158
20.6 X 射线衍射	161
提要	163
习题	164
第 21 章 光的偏振	165
21.1 光的偏振状态	165
21.2 线偏振光的获得与检验	167
21.3 反射和折射时光的偏振	169

21.4	由散射引起的光的偏振	170
21.5	双折射现象	171
*21.6	椭圆偏振光和圆偏振光	175
*21.7	偏振光的干涉	178
*21.8	人工双折射	179
*21.9	旋光现象	180
	提要	182
	习题	183

今日

日物理趣闻 E	全息照相	185
---------	------	-----

E.1	全息照片的拍摄	185
E.2	全息图像的观察	187
E.3	全息照相的应用	188

今日

日物理趣闻 F	光学信息处理	189
---------	--------	-----

F.1	空间频率与光学信息	189
F.2	空间频谱分析	190
F.3	阿贝成像原理和空间滤波	191
F.4	θ 调制	193

第 5 篇 相 对 论

第 22 章	狭义相对论基础	197
22.1	牛顿相对性原理和伽利略变换	197
22.2	爱因斯坦相对性原理和光速不变	200
22.3	同时性的相对性和时间延缓	201
22.4	长度收缩	205
22.5	洛伦兹坐标变换	207
22.6	相对论速度变换	211
22.7	相对论质量	212
*22.8	力和加速度的关系	215
22.9	相对论动能	216
22.10	相对论能量	217
22.11	动量和能量的关系	220
	提要	223

习题	224
科学家介绍 爱因斯坦	226
今日物理趣闻 G 弯曲的时空——广义相对论简介	228
G.1 等效原理	228
G.2 光线的偏折和空间弯曲	230
G.3 广义相对论	231
G.4 引力时间延缓	233
G.5 引力波	234
G.6 黑洞	236

第 6 篇 量子物理

第 23 章 波粒二象性	241
23.1 黑体辐射	241
23.2 光电效应	244
23.3 光的二象性 光子	245
23.4 康普顿散射	248
23.5 粒子的波动性	251
23.6 概率波与概率幅	255
23.7 不确定关系	258
提要	261
习题	262
科学家介绍 德布罗意	264
第 24 章 薛定谔方程	266
24.1 薛定谔得出的波动方程	266
24.2 无限深方势阱中的粒子	270
24.3 势垒穿透	273
24.4 谐振子	277
提要	279
习题	279
科学家介绍 薛定谔	281
第 25 章 原子中的电子	283
25.1 氢原子	283

25.2	电子的自旋与自旋轨道耦合	289
25.3	微观粒子的不可分辨性和泡利不相容原理	294
25.4	各种原子核外电子的组态	295
	提要	296
	习题	298
	科学家介绍 玻尔	299
	数值表	301
	习题答案	303

第

3

篇

热 学



热学研究的是自然界中物质与冷热有关的性质及这些性质变化的规律。

冷热是人们对自然界的一种最普遍的感觉,人类文化对此早有记录。我国山东大汶口文化(6000年前)遗址发现的陶器刻画符号,就有如右下图所示的“热”字。该符号是“繁体字”,上面是日,中间是火,下面是山。它表示在太阳照射下,山上起了火。这当然反映了人们对热的感觉。现今的“热”字虽然和这一符号不同,但也离不开它下面那四点所代表的火字。

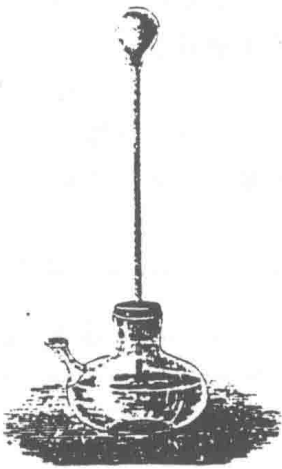
对冷热的客观本质以及有关现象的定量研究约起自300年前。先是人们建立了温度的概念,用它来表示物体的冷热程度。伽利略就曾制造了一种“验温器”(如下页图)。他用一根长玻璃管,上端和一玻璃泡连通,下端开口,插入一个盛有带颜色的水的玻璃容器内,他根据管内水面的高度来判断其周围的“热度”。他的玻璃管上没有刻度,因此



还不能定量地测定温度。此后,人们不断设计制造了比较完善的能定量测定温度的温度计,并建立了几种温标。今天仍普遍使用的摄氏温标就是1742年瑞典天文学家摄尔修斯(A. Celsius)建立的。

温度概念建立之后,人们就探讨物体的温度为什么会有高低的不同。最初人们把这种不同归因于物体内含的一种假想的无重量的“热质”的多少。利用这种热质的守恒规律曾定量地说明了许多有关热传递、热平衡的现象,甚至热机工作的一些规律。18世纪末伦

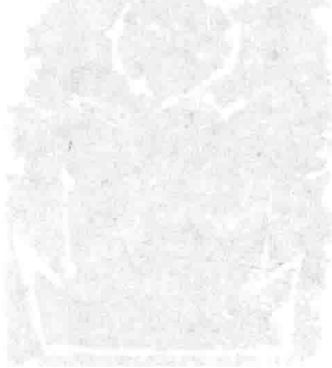
福特伯爵(Count Rumford)通过观察大炮膛孔工作中热的不断产生,否定了热质说,明确指出热是“运动”。这一概念随后就被迈耶(R. J. Mayer)通过计算和焦耳(J. P. Joule)通过实验得出的热功当量加以定量地确认了。此后,经过亥姆霍兹(Hermann von Helmholtz)、克劳修斯(R. Clausius)、开尔文(Kelvin, William Thomson, Lord)等人的努力,逐步精确地建立了热量是能量传递的一种量度的概念,并根据大量实验事实总结出了关于热现象的宏观理论——热力学。热力学的主要内容是两条基本定律——热力学第一定律和热力学第二定律。这些定律都具有高度的普遍性和可靠性,但由于它们不涉及物质的内部具体结构,所以显得不够深刻。



对热现象研究的另一途径是从物质的微观结构出发,以每个微观粒子遵循的力学定律为基础,利用统计规律来导出宏观的热学规律。这样形成的理论称为统计物理或统计力学。统计力学

是从 19 世纪中叶麦克斯韦(J. C. Maxwell)等对气体动理论的研究开始,后经玻耳兹曼(L. Boltzmann)、吉布斯(J. W. Gibbs)等人在经典力学的基础上发展为系统的经典统计力学。20 世纪初,建立了量子力学。在量子力学的基础上,狄拉克(P. A. M. Dirac)、费米(E. Fermi)、玻色(S. Bose)、爱因斯坦等人又创立了量子统计力学。由于统计力学是从物质的微观结构出发的,所以更深刻地揭露了热现象以及热力学定律的本质。这不但使人们对自然界的认识深入了一大步,而且由于了解了物质的宏观性质和微观因素的关系,也使得人们在实践中,例如在控制材料的性能以及制取新材料的研究方面,大大提高了自觉性。因此,统计力学在近代物理各个领域都起着很重要的作用。

在本篇热学中,我们将介绍统计物理的基本概念和气体动理论的基本内容以及热力学的基本定律,并尽可能相互补充地加以讲解。



温度和气体动理论

本章先从宏观角度介绍平衡态温度、状态方程等热学基本概念,然后在气体的微观特征——大量分子的无规则运动——的基础上讲解平衡态统计理论的基本知识,即气体动理论。这包括气体的压强、温度的微观意义和气体分子的麦克斯韦速率分布等规律。关于气体的统计理论是整个物理学的基础理论之一,读者通过本章的学习,可理解其基本特点、思想和方法。

14.1 平衡态

在热学中,我们把作为研究对象的一个物体或一组物体称为热力学系统,简称为系统,系统以外的物体称为外界。

一个系统的各种性质不随时间改变的状态叫做平衡态,热学中研究的平衡态包括力学平衡,但也要求其他所有的性质,包括冷热的性质,保持不变。对处于平衡态的系统,其状态可用少数几个可以直接测量的物理量来描述。例如封闭在汽缸中的一定量的气体,其平衡态就可以用其体积、压强以及组分比例来描述(图 14.1)。这样的描述称为宏观描述,所用的物理量叫系统的宏观状态参量。

平衡态只是一种宏观上的寂静状态,在微观上系统并不是静止不变的。在平衡态下,组成系统的大量分子还在不停地无规则地运动着,这些微观运动的总效果也随时间不停地急速地变化着,只不过其总的平均效果不随时间变化罢了。因此我们讲的平衡态从微观的角度应该理解为动态平衡。

基于实际的热力学系统都是由分子构成的这一事实,也可以通过对分子运动状态的说明来描述系统的宏观状态。这样的描述称为微观描述。但由于分子的数量巨大,且各分子的运动在相互作用和外界的作用下极其复杂,要逐个说明各分子的运动是不可能的。所以对系统的微观描述都采用统计的方法。在平衡态下,系统的宏观参量就是说明单个分子运动的微观参量(如质量、速度、能量等)的统计平均值。本章将对这一方法加以详细的介绍。

由于一个实际的系统总要受到外界的干扰,所以严格的说不随时间变化的平衡态是不

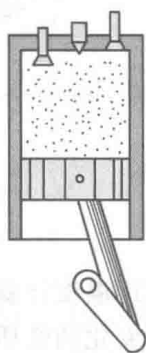


图 14.1 气体作为系统

存在的。平衡态是一个理想的概念,是在一定条件下对实际情况的概括和抽象。但在许多实际问题中,往往可以把系统的实际状态近似地当做平衡态来处理,而比较简便地得出与实际情况基本相符的结论。因此,平衡态是热学理论中的一个很重要的概念。

本书热学部分只限于讨论组分单一的系统,特别是单纯的气体系统,而且只讨论涉及其平衡态的性质。

14.2 温度的概念

将两个物体(或多个物体)放到一起使之接触并不受外界干扰(例如,将热水倒入玻璃杯内放到保温箱内(图 14.2)),由于相互的能量传递,经过足够长的时间,它们必然达到一个平衡态。这时我们的直觉认为它们的冷热一样,或者说它们的温度相等。这就给出了温度的定性定义:共处于平衡态的物体,它们的温度相等。

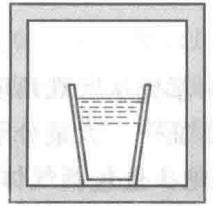


图 14.2 水和杯在塑料箱内会达到热平衡

温度的完全定义需要有温度的数值表示法,这一表示方法基于以下实验事实,即:如果物体 A 和物体 B 能分别与物体 C 的同一状态处于平衡态(图 14.3(a)),那么当把这时的 A 和 B 放到一起时,二者也必定处于平衡态(图 14.3(b))。这一事实被称为热力学第零定律。根据这一定律,要确定两个物体是否温度相等,即是否处于平衡态,就不需要使二者直接接触,只要利用一个“第三者”加以“沟通”就行了,这个“第三者”就被称为温度计。

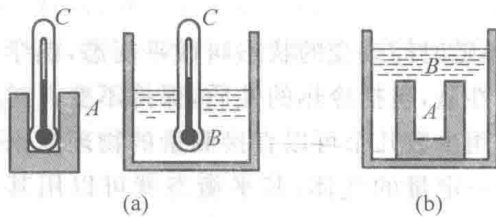


图 14.3 热力学第零定律的说明

- (a) A(铁槽)和 B(一定量的水)分别和 C(测温器)的同一状态处于平衡态;
(b) A 和 B 放到一起也一定处于平衡态

利用温度计就可以定义温度的数值了,为此,选定一种物质作为测温物质,以其随温度有明显变化的性质作为温度的标志。再选定一个或两个特定的“标准状态”作为温度“定点”并赋予数值就可以建立一种温标来测量其他温度了。常用的一种温标是用水银作测温物质,以其体积(实际上是把水银装在毛细管内观察水银面的高度)随温度的膨胀作为温度标志。以 1 atm 下水的冰点和沸点为两个定点,并分别赋予二者的温度数值为 0 与 100。然后,在标有 0 和 100 的两个水银面高度之间刻记 100 份相等的距离,每一份表示 1 度,记作 1°C 。这样就做成了一个水银温度计,由它给出的温度叫摄氏温度。这种温度计量方法叫摄氏温标。

建立了温度概念,我们就可以说,两个相互接触的物体,当它们的温度相等时,它们就达到了一种平衡态。这样的平衡态叫热平衡。

以上所讲的温度的概念是它的宏观意义。温度的微观本质,即它和分子运动的关系将在 14.7 节中介绍。

14.3 理想气体温标

一种有重要理论和实际意义的温标叫理想气体温标。它是用理想气体作测温物质的,那么什么是理想气体呢?

玻意耳定律指出:一定质量的气体,在一定温度下,其压强 p 和体积 V 的乘积是个常量,即

$$pV = \text{常量} \quad (\text{温度不变}) \quad (14.1)$$

对不同的温度,这一常量的数值不同。各种气体都近似地遵守这一定律,而且压强越小,与此定律符合得也越好。为了表示气体的这种共性,我们引入理想气体的概念。理想气体就是在各种压强下都严格遵守玻意耳定律的气体。它是各种实际气体在压强趋于零时的极限情况,是一种理想模型。

既然对一定质量的理想气体,它的 pV 乘积只决定于温度,所以我们可以据此定义一个温标,叫理想气体温标,这一温标指示的温度值与该温度下一定质量的理想气体的 pV 乘积成正比,以 T 表示理想气体温标指示的温度值,则应有

$$pV \propto T \quad (14.2)$$

这一定义只能给出两个温度数值的比,为了确定某一温度的数值,还必须规定一个特定温度的数值。1954 年国际上规定的标准温度定点为水的三相点,即水、冰和水汽共存而达到平衡态时(图 14.4 所示装置的中心管内)的温度(这时水汽的压强是 4.58 mmHg,约 609 Pa)。这个温度称为水的三相点温度,以 T_3 表示此温度,它的数值规定为

$$T_3 \equiv 273.16 \text{ K} \quad (14.3)$$

式中 K 是理想气体温标的温度单位的符号,该单位的名称为开[尔文]。

以 p_3, V_3 表示一定质量的理想气体在水的三相点温度下的压强和体积,以 p, V 表示该气体在任意温度 T 时的压强和体积,由式(14.2)和式(14.3), T 的数值可由下式决定:

$$\frac{T}{T_3} = \frac{pV}{p_3V_3}$$

或

$$T = T_3 \frac{pV}{p_3V_3} = 273.16 \frac{pV}{p_3V_3} \quad (14.4)$$

这样,只要测定了某状态的压强和体积的值,就可以确定和该状态相应的温度数值了。

实际上测定温度时,总是保持一定质量的气体的体积(或压强)不变而测它的压强(或体

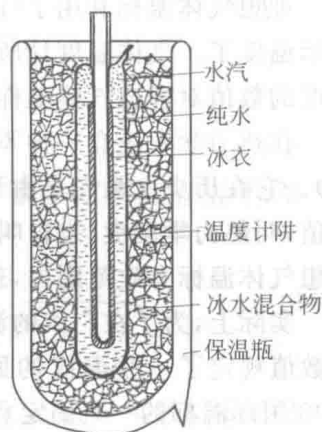


图 14.4 水的三相点装置

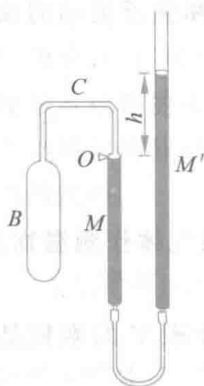


图 14.5 定体气体温度计

积),这样的温度计叫**定体**(或定压)气体温度计。图 14.5 是定体气体温度计的结构示意图。在充气泡 B (通常用铂或铂合金做成) 内充有气体,通过一根毛细管 C 和水银压强计的左臂 M 相连。测量时,使 B 与待测系统相接触。上下移动压强计的右臂 M' ,使 M 中的水银面在不同的温度下始终保持与指示针尖 O 同一水平,以保持 B 内气体的体积不变。当待测温度不同时,由气体实验定律知,气体的压强也不同,它可以由 M 与 M' 中的水银面高度差 h 及当时的大气压强测出。如以 p 表示测得的气体压强,则根据式(14.4)可求出待测温度数值应是

$$T = 273.16 \frac{p}{p_3} \quad (14.5)$$

由于实际仪器中的充气泡内的气体并不是“理想气体”,所以利用此式计算待测温度时,事先必须对压强加以修正。此外,还需要考虑由于容器的体积、水银的密度随温度变化而引起的修正。

理想气体温标利用了气体的性质,因此在气体要液化的温度下,当然就不能用这一温标表示温度了。气体温度计所能测量的最低温度约为 0.5 K (这时用低压 ^3He 气体),低于此温度的数值对理想气体温标来说是无意义的。

在热力学中还有一种不依赖于任何物质的特性的温标叫**热力学温标**(也曾叫绝对温标)。它在历史上最先是由开尔文引进的(见 15.6 节),通常也用 T 表示,这种温标指示的数值,叫**热力学温度**(也曾叫绝对温度)。它的 SI 单位为开[尔文],符号为 K 。可以证明,在理想气体温标有效范围内,理想气体温标和热力学温标是完全一致的,因而都用 K 作单位。

实际上,为了在广大的温度范围内标定各种实用的温度计,国际上按最接近热力学温标的数值规定了一些温度的**固定点**。用这些固定点标定的温标叫**国际温标**。现在采用的 1990 国际温标的一些固定点在表 14.1 中用 * 号标记。以 $t(^{\circ}\text{C})$ 表示摄氏温度,它和热力学温度 $T(\text{K})$ 的关系是

$$t = T - 273.15 \quad (14.6)$$

表 14.1 给出了一些实际的温度值。表中最后一行给出了 1995 年朱棣文等利用激光冷却的方法获得的目前为止实验室内达到的最低温度,即 $2.4 \times 10^{-11} \text{ K}$ 。这已经非常接近 0 K 了,但还不到 0 K 。实际上,要想获得越低的温度就越困难,而热学理论已给出:**热力学零度**(也称**绝对零度**)是不能达到的! 这个结论叫**热力学第三定律**。

表 14.1 一些实际的温度值

激光管内正发射激光的气体	$< 0 \text{ K}$ (负温度)
宇宙大爆炸后的 10^{-43} s	10^{32} K
氢弹爆炸中心	10^8 K
实验室内已获得的最高温度	$6 \times 10^7 \text{ K}$
太阳中心	$1.5 \times 10^7 \text{ K}$
地球中心	$4 \times 10^3 \text{ K}$
乙炔焰	$2.9 \times 10^3 \text{ K}$
金的凝固点*	1337.33 K