

面向新世纪课程教材
Textbook Series for the New Century

大学物理学

下册 第二版

主编 王少杰 顾 牡 毛骏健
参编 于明章 吴天刚



同济大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学. 下册/王少杰等主编.—2版.—上海:
同济大学出版社,2002.5
ISBN 7-5608-2422-6

I. 大… II. 王… III. ①物理学—高等学校—教材
IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 022648 号

大学物理学 下册 第二版

主 编 王少杰 顾 牡 毛骏健

责任编辑 张智中 责任校对 徐春莲 装帧设计 陈益平

出 版
发 行

同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销

全国各地新华书店

印 刷

常熟市华顺印刷有限公司印刷

开 本

787mm×960mm 1/16

印 张

26.75

字 数

513000

印 数

1—10000

版 次

2002 年 5 月第 2 版

2002 年 5 月第 1 次印刷

书 号

ISBN 7-5608-2422-6/O·211

定 价

32.70 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换

目 录

第三篇 热 学

第八章 热力学基础	(1)
§ 8.1 状态参量 平衡态 准静态过程	(1)
8.1.1 气体的状态参量	(1)
8.1.2 平衡态	(4)
8.1.3 准静态过程	(5)
§ 8.2 理想气体的状态方程	(6)
§ 8.3 热力学第一定律 内能 功 热量	(9)
8.3.1 热力学第一定律	(9)
8.3.2 内能	(9)
8.3.3 功	(10)
8.3.4 热量和热容量	(11)
§ 8.4 热力学第一定律的应用	(13)
§ 8.5 理想气体的绝热过程	(18)
8.5.1 理想气体的准静态绝热过程	(19)
* 8.5.2 非静态绝热过程	(20)
* 8.5.3 多方过程	(21)
§ 8.6 循环过程和卡诺循环	(27)
8.6.1 循环过程	(27)
8.6.2 卡诺循环	(28)
§ 8.7 热力学第二定律和不可逆过程 卡诺定理	(35)
8.7.1 自然过程的方向性	(35)
8.7.2 热力学第二定律的两种表述	(35)
* 8.7.3 热力学第二定律两种表述的等效性	(36)
8.7.4 可逆和不可逆过程	(37)
* 8.7.5 卡诺定理	(38)
阅读材料(八) 电冰箱 空调 温室效应	(39)

思考题	(41)
习 题	(43)
第九章 气体分子动理论	(48)
§ 9.1 麦克斯韦速率分布	(48)
9.1.1 麦克斯韦速率分布律	(49)
9.1.2 三个统计速率	(51)
9.1.3 麦克斯韦速率分布律的实验验证	(54)
§ 9.2 玻耳兹曼分布	(55)
9.2.1 玻耳兹曼分布律	(55)
* 9.2.2 重力场中微粒按高度的分布	(56)
* 9.2.3 统计规律性与涨落现象	(56)
§ 9.3 理想气体的压强	(57)
9.3.1 理想气体的微观模型	(57)
9.3.2 平衡状态气体的统计假设(又称分子混沌性假设)	(58)
9.3.3 理想气体压强公式及其统计意义	(58)
§ 9.4 温度的微观本质 理想气体状态方程的推证	(60)
9.4.1 温度的微观解释	(60)
9.4.2 理想气体状态方程的推证	(61)
§ 9.5 能量均分定理 理想气体的内能	(62)
9.5.1 自由度	(62)
9.5.2 能量均分定理	(64)
9.5.3 理想气体的内能	(65)
9.5.4 理想气体的摩尔热容	(65)
§ 9.6 真实气体	(67)
9.6.1 真实气体的等温线	(67)
9.6.2 范德瓦耳斯方程	(68)
§ 9.7 气体分子的平均自由程和碰撞频率	(71)
* § 9.8 气体内的输运过程	(74)
9.8.1 粘滞现象(内摩擦)	(74)
9.8.2 热传导	(76)
9.8.3 扩散现象	(77)
9.8.4 低压下的热传导	(78)
§ 9.9 热力学第二定律的统计意义和熵的概念	(79)

9.9.1 热力学第二定律的统计意义·····	(79)
9.9.2 熵和熵增加原理·····	(80)
9.9.3 熵的热力学表示·····	(85)
阅读材料(九) 熵和信息、生命及其他·····	(88)
思考题·····	(91)
习 题·····	(93)

第四篇 振动、波动和波动光学

第十章 振动学基础 ·····	(97)
§ 10.1 简谐振动的描述·····	(97)
10.1.1 弹簧振子·····	(97)
10.1.2 简谐振动的表达式·····	(98)
10.1.3 简谐振动的速度和加速度·····	(98)
10.1.4 振动的相位·····	(99)
10.1.5 旋转矢量表示法·····	(100)
§ 10.2 简谐振动的动力学特征·····	(103)
10.2.1 简谐振动的动力学定义·····	(103)
10.2.2 简谐振动的实例·····	(106)
10.2.3 简谐振动的能量·····	(107)
§ 10.3 简谐振动的合成·····	(111)
10.3.1 两个同方向同频率简谐振动的合成·····	(111)
10.3.2 两个同方向不同频率简谐振动的合成·····	(114)
10.3.3 相互垂直的简谐振动的合成·····	(115)
§ 10.4 阻尼振动·····	(118)
§ 10.5 受迫振动 共振·····	(120)
§ 10.6 电磁振荡·····	(122)
阅读材料(十) 传感器入门·····	(124)
思考题·····	(128)
习 题·····	(129)
第十一章 波动学基础 ·····	(133)
§ 11.1 机械波的产生和传播·····	(133)
11.1.1 机械波的形成·····	(133)

11.1.2	描述波动的物理量	(135)
§ 11.2	平面简谐波的波函数	(136)
11.2.1	波函数的建立	(136)
11.2.2	波函数的物理意义	(138)
§ 11.3	波动方程与波速	(143)
11.3.1	物体的弹性形变	(143)
11.3.2	波动方程	(143)
11.3.3	波速的决定因素	(146)
§ 11.4	波的能量	(147)
11.4.1	平面简谐纵波传播时介质元的能量	(147)
11.4.2	波的能量密度和能流密度	(148)
11.4.3	波的吸收	(150)
11.4.4	球面波	(151)
§ 11.5	惠更斯原理	(152)
11.5.1	惠更斯原理	(152)
11.5.2	惠更斯原理的应用	(153)
§ 11.6	波的叠加原理 波的干涉	(154)
11.6.1	波的叠加原理	(155)
11.6.2	波的干涉	(155)
§ 11.7	驻波	(158)
11.7.1	驻波的形成	(158)
11.7.2	驻波的波函数	(158)
11.7.3	半波损失	(161)
11.7.4	弦线振动的简正模式	(162)
§ 11.8	多普勒效应	(163)
§ 11.9	声波	(166)
11.9.1	声压和声强	(166)
11.9.2	声强级	(166)
§ 11.10	电磁波	(168)
11.10.1	电磁波及其性质	(168)
11.10.2	电磁波的能量	(170)
11.10.3	电磁波的产生与传播	(171)
11.10.4	电磁波谱	(173)

阅读材料(十一) 建筑声学 & 超声波应用简介	(175)
思考题	(180)
习 题	(182)
第十二章 波动光学	(185)
§ 12.1 光的相干性	(185)
12.1.1 光源	(185)
12.1.2 光的干涉现象	(187)
12.1.3 光程	(189)
§ 12.2 双缝干涉	(191)
12.2.1 杨氏双缝干涉	(191)
12.2.2 菲涅耳双镜	(193)
12.2.3 洛埃镜	(193)
§ 12.3 薄膜干涉	(195)
12.3.1 薄膜的等倾干涉	(195)
12.3.2 薄膜的等厚干涉	(199)
12.3.3 迈克尔逊干涉仪	(203)
12.3.4 多层薄膜系统	(204)
§ 12.4 单缝衍射	(207)
12.4.1 惠更斯-菲涅耳原理	(207)
12.4.2 单缝衍射	(209)
§ 12.5 光栅衍射	(213)
12.5.1 衍射光栅	(213)
12.5.2 光栅衍射的光强分布	(214)
§ 12.6 光学仪器的分辨本领	(218)
§ 12.7 X 射线衍射	(221)
§ 12.8 偏振光与自然光	(223)
12.8.1 偏振光	(223)
12.8.2 自然光	(224)
§ 12.9 马吕斯定律	(225)
12.9.1 偏振片	(226)
12.9.2 马吕斯定律	(227)
§ 12.10 反射和折射时光的偏振	(229)
§ 12.11 双折射现象	(231)

12.11.1	双折射的寻常光和非常光	(231)
12.11.2	光轴和主平面	(231)
12.11.3	双折射现象的解释	(233)
12.11.4	偏振棱镜	(235)
§ 12.12	椭圆偏振光和圆偏振光 波片	(237)
12.12.1	椭圆偏振光和圆偏振光	(237)
12.12.2	波片	(238)
12.12.3	偏振光的检验	(240)
§ 12.13	偏振光的干涉 人为双折射现象	(241)
12.13.1	偏振光的干涉	(241)
12.13.2	人为双折射现象	(242)
§ 12.14	旋光现象	(244)
12.14.1	物质的旋光性	(244)
12.14.2	磁致旋光	(245)
	阅读材料(十二) 全息照相	(245)
	思考题	(248)
	习 题	(250)

第五篇 近代物理基础

第十三章	量子物理	(256)
§ 13.1	黑体辐射和普朗克量子假设	(256)
13.1.1	黑体辐射	(257)
13.1.2	普朗克量子假设和普朗克公式	(259)
§ 13.2	光电效应和爱因斯坦光子理论	(262)
13.2.1	光电效应	(262)
13.2.2	爱因斯坦光子理论	(265)
13.2.3	光的波粒二象性	(266)
§ 13.3	康普顿效应(康普顿散射)	(267)
§ 13.4	氢原子光谱和玻尔理论	(271)
13.4.1	经典原子模型	(271)
13.4.2	氢原子光谱	(272)
13.4.3	玻尔氢原子理论	(274)

§ 13.5	德布罗意假设与电子衍射实验	(278)
13.5.1	德布罗意假设	(278)
13.5.2	电子衍射实验	(281)
§ 13.6	波函数的统计解释	(284)
13.6.1	关于粒子和波的分析	(284)
13.6.2	波函数的统计解释	(286)
* 13.6.3	态叠加原理	(288)
§ 13.7	不确定性关系	(289)
§ 13.8	薛定谔方程	(291)
13.8.1	薛定谔方程的引入	(292)
13.8.2	定态,不含时间的薛定谔方程	(294)
* § 13.9	算符与平均值	(295)
13.9.1	力学量算符	(295)
13.9.2	平均值	(295)
13.9.3	本征方程、本征态和本征值	(296)
§ 13.10	一维定态	(296)
13.10.1	一维无限深方势阱	(296)
13.10.2	隧道效应	(300)
13.10.3	一维线性谐振子,宇称	(301)
§ 13.11	电子轨道角动量	(304)
* 13.11.1	轨道角动量算符	(304)
13.11.2	L^2, L_z 的共同本征态与本征值	(306)
13.11.3	空间取向量子化	(308)
* § 13.12	氢原子定态	(309)
13.12.1	氢原子的波函数和能级	(310)
13.12.2	氢原子中电子的几率分布	(311)
§ 13.13	电子的自旋	(313)
13.13.1	电子自旋	(313)
13.13.2	斯特恩-革拉赫实验	(315)
§ 13.14	激光原理	(316)
13.14.1	激光的特性	(316)
13.14.2	粒子数反转	(317)
13.14.3	光学谐振腔	(320)

思考题	(321)
习 题	(322)
第十四章 原子核物理和粒子物理简介	(325)
§ 14.1 原子核的基本性质	(325)
14.1.1 原子核的组成	(325)
14.1.2 核素图	(326)
14.1.3 原子核的大小和形状	(327)
14.1.4 核的自旋和磁距	(328)
§ 14.2 原子核的结合能	(329)
§ 14.3 核力	(331)
14.3.1 核力的一般性质	(331)
14.3.2 核力的介子理论	(332)
§ 14.4 原子核的放射性	(333)
14.4.1 放射性的一般现象	(333)
14.4.2 衰变规律	(334)
14.4.3 放射性强度	(335)
§ 14.5 核反应	(336)
14.5.1 核反应	(336)
14.5.2 Q 方程	(337)
14.5.3 反应截面	(338)
14.5.4 核反应机制	(339)
§ 14.6 原子核的裂变和聚变	(339)
14.6.1 重核裂变	(339)
14.6.2 裂变机制	(340)
14.6.3 裂变能的利用	(340)
14.6.4 轻核聚变	(341)
§ 14.7 粒子物理的基本特点	(345)
§ 14.8 粒子的分类	(346)
14.8.1 粒子的分类	(346)
14.8.2 共振态	(346)
§ 14.9 守恒定律	(350)
14.9.1 轻子数和重子数	(350)
14.9.2 同位旋 I 和同位旋 z 分量 I_z	(350)

14.9.3	奇异数	(351)
14.9.4	电荷共轭	(351)
14.9.5	宇称	(352)
§ 14.10	夸克(层子)模型	(353)
§ 14.11	相互作用及其统一性探索	(355)
14.11.1	相互作用	(355)
14.11.2	统一性探索	(355)
	思考题	(358)
	习 题	(359)

第六篇 专 题

第十五章	固体物理基础	(362)
§ 15.1	晶体的结构	(362)
15.1.1	晶格的周期性	(362)
15.1.2	简单晶体结构例子	(364)
§ 15.2	固体能带的形成	(366)
15.2.1	固体问题的简化及能带	(366)
15.2.2	能带举例	(368)
§ 15.3	导体、半导体和绝缘体	(369)
§ 15.4	约瑟夫森效应	(372)
15.4.1	正常电子的隧道效应	(372)
15.4.2	约瑟夫森效应	(373)
15.4.3	超导量子干涉效应	(375)
§ 15.5	A-B 效应	(376)
第十六章	非线性物理简介	(380)
§ 16.1	孤立子	(380)
§ 16.2	分形和分维	(383)
16.2.1	分形的概念	(383)
16.2.2	分维	(384)
16.2.3	多重分形	(386)
§ 16.3	逾渗现象	(387)
16.3.1	逾渗与临界现象	(387)

16.3.2 集团结构·····	(388)
§ 16.4 分岔·····	(390)
16.4.1 静分岔·····	(390)
16.4.2 动分岔·····	(393)
§ 16.5 混沌·····	(394)
16.5.1 混沌现象·····	(394)
16.5.2 走向混沌的演化过程·····	(396)
16.5.3 奇怪吸引子·····	(397)
§ 16.6 元胞自动机·····	(399)
16.6.1 一维例子·····	(400)
16.6.2 二维例子·····	(401)
附录 书中物理量的符号及单位·····	(403)
习题参考答案·····	(406)
参考文献·····	(415)

第三篇 热 学

热学是研究物质的热性质和热运动的规律及其应用的科学。凡与温度有关的物体,它的状态、性质及其变化统称为热性质和热现象。

热学研究的对象是由大量微观粒子(分子、原子等)所组成的宏观物体,称为系统,系统以外的物体称为外界或环境。例如,研究气缸内气体的体积、压强等变化时,该气体就是系统,而气缸壁、活塞、发动机的其他部分以及大气等都是外界。

分子或原子处于永不停息的无规则运动之中,这种运动称为热运动。热运动的特点是:大量微观粒子中个别粒子的运动都是不规则的和随机的,但在总体上,在一定的宏观条件下却遵循确定的规律,即统计规律性。这就决定了对热学的研究有宏观的与微观的两种不同的描述方法。

由观察和实验总结归纳出的有关热现象的规律,构成热学的宏观理论,称为“热力学”;从物质的微观结构出发,运用分子运动理论来研究热现象的规律,构成了热学的微观理论,称为“统计物理学”。虽然两者的研究对象都是热现象,但它们所采用的方法却是截然不同。热力学是根据由观察和实验总结出来的宏观热现象所遵循的基本定律,用严密的逻辑推理方法,研究宏观物体的热性质。热力学所得到的结果,并不依赖于各种简化假设,因此它具有高度的可靠性和普遍性。但是,由于热力学不考虑物质的微观结构,因此它不能对宏观热现象的规律给出其微观本质的解释。统计物理学恰能弥补热力学的不足,采用统计的方法,找出宏观量与微观量之间的关系,从微观上揭示了宏观热现象的本质,给出了宏观规律的微观解释。在对热现象的研究上,热力学和统计物理学起到了相辅相成的作用。

气体分子动理论是统计物理学的一个组成部分,它是由麦克斯韦、玻耳兹曼等人在19世纪中期建立的。这一理论从气体的微观结构模型出发,根据力学定律和大量分子运动所表现出来的统计规律来解释气体的热性质。鉴于我们在此所研究的对象仅是气体,因此在介绍完热力学以后本书将着重介绍气体分子动理论,而不全面介绍统计物理学。

第八章 热力学基础

热力学是热学的宏观理论,它的理论基础是热力学第一定律和热力学第二定律。这两条基本定律是大量实验规律的总结。

热力学第一定律指出了热是物质运动的一种形式,它是包含热现象在内的能量守恒和转换定律。本章将着重讨论理想气体系统经历一些典型过程(如等容、等压、等温、绝热以及循环过程)时的功、热量、内能及效率的计算。

热力学第二定律是关于自然界一切自发过程都具有不可逆性这样一种规律的经验总结。它指出了热力学过程的进行具有方向性,说明了即使满足能量守恒与转换关系的过程并不一定都能实现。

在介绍热力学基本定律之前,先引入几个基本概念。

§ 8.1 状态参量 平衡态 准静态过程

8.1.1 气体的状态参量

用来描述物体系统运动状态的物理量称为状态参量。在力学中,描述物体系统作机械运动状态的力学量有:位置矢量、速度和加速度。而本章所要研究的对象是气体。在热力学中把气体看作由大量分子组成的一个宏观系统,气体分子处于永恒的、杂乱无章的运动之中。每个分子都具有质量、速度、动量以及能量,这些物理量统称为微观量。在热力学实验中,一般不能直接对微观量进行观察与测量,我们所能测量到的只是气体的体积、压强和温度,因此,通常把这三个物理量称为气体的状态参量。描写气体宏观性质的状态参量称为宏观量。

体积一般用 V 表示,其国际单位为“米³”(m³)。应该注意,气体的体积 V 是指气体分子活动所能达到的空间,而容器的容积则为气体活动空间与分子实体体积之和,两者不能混谈。

气体的压强 p ,在工程上也叫压力,其宏观定义是气体作用于容器壁单位面积上指向器壁的垂直作用力。压强的国际单位为“帕斯卡”,简称为帕,用 Pa 表示,即牛顿·米⁻²(N·m⁻²),其实用单位有标准大气压和工程大气压。

$$1 \text{ 标准大气压} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ 工程大气压} = 9.80665 \times 10^4 \text{ Pa}$$

温度可以用 T 或 t 表示。在本质上它与物体内部大量分子热运动的剧烈程度密切相关,但在宏观上可以简单地把它看成是物体冷热程度的量度。温度在概念上比较复杂,以下将对温度这一重要的状态参量作出严格的科学定义。

假设两个系统通过导热壁相互接触后达到一个共同的平衡态,我们称这两个系统处于热平衡状态,或者说它们达到了热平衡。

设想把系统 A, B 用绝热壁隔开,而分别通过导热壁与处于确定状态的热源 C 接触,如图 8-1(a)所示,经过足够长时间后, A 和 B 分别都和 C 达到热平衡。然后将绝热壁与导热壁互换,如图 8-1(b)所示,则观察不到 A, B 的状态发生任何变化,这表明 A 与 B 已处于热平衡。上述实验可概括为热力学定律:“如果两个系统分别与处于确定状态的第三个系统达到热平衡,则这两个系统彼此也将处于热平衡。”历史上,由于这个定律被公认为在独立公理之前,热力学第一定律和第二定律已被命名,因此,就称它为热力学第零定律。

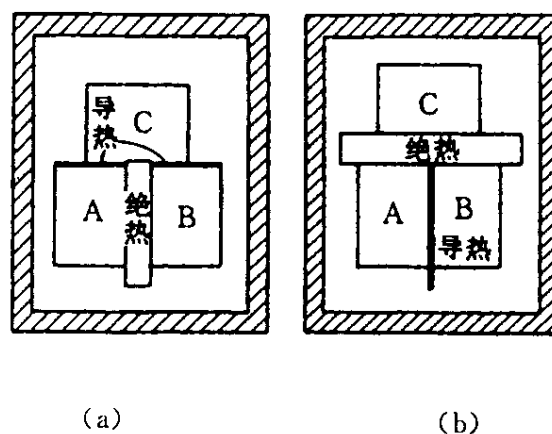


图 8-1 热平衡说明图

将处于热平衡。”历史上,由于这个定律被公认为在独立公理之前,热力学第一定律和第二定律已被命名,因此,就称它为热力学第零定律。

热力学第零定律揭示了互为热平衡的系统之间必定存在一个共同的宏观性质,我们定义表征系统热平衡的宏观性质的物理量为温度,一切互为热平衡的系统都具有相同的温度。

热力学第零定律不仅给出了温度的宏观定义,而且指出了利用温度计测量温度的方法。但要定量地确定温度的数值,还必须给出温度的数值表示法——温标。

在热力学第二定律基础上引入的一种温标叫做热力学温标,它在历史上最先得由开尔文引入,所以也叫开尔文温标,用这种温标所确定的温度叫热力学温度,用 T 表示,它的国际制单位叫开尔文,简称“开”,记作 K 。

生活和技术中常用的温标为摄氏温标,它所确定的温度叫摄氏温度,用 t 表示,单位记作 $^{\circ}C$,它和开尔文温标的关系定义为

$$t = T - 273.15 \quad (8-1)$$

表 8-1 列出了一些典型温度。

表 8-1 典型温度选列

名 称	温 度(K)
宇宙汤(宇宙大爆炸发生 0.01(s)后)	10^{11}
中子星中心	6×10^9
氢弹爆炸中心	10^8

续表

名 称	温 度(K)
太阳中心和表面	$1.5 \times 10^7, 6 \times 10^3$
等离子体	10^5
地球中心和表面	$6 \times 10^3, 288$
钨熔点	3.6×10^3
水三相点	273.16
高温超导临界温度($Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$, 1988)	125
最早发现超导 Hg 临界温度(翁纳斯, 1911)	4.15
宇宙背景辐射	2.7
4He 超流转变, 3He 超流转变	2.17, 0.0027
顺磁盐绝热退磁	10^{-3}
原子核绝热退磁	10^{-6}
迄今世界最低温纪录两级原子核(铜核)绝热退磁(芬兰, 艾可姆)	5×10^{-8}

8.1.2 平衡态

热学研究物质的热性质,即研究系统的宏观状态及状态变化的规律,系统的宏观状态可区分为平衡态和非平衡态,为了理解平衡态的含意,我们先举例说明。

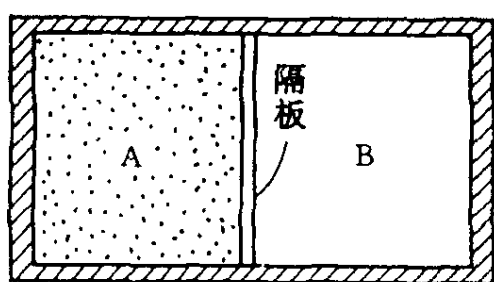


图 8-2 平衡态说明图

设有一封闭容器,用隔板分成 A, B 两部分, A 部贮有气体, B 部为真空,如图 8-2 所示。当隔板抽去后, A 部的气体向 B 部扩散,经过一定时间后,容器内气体各处的状态由不均匀达到均匀一致,此后,如果没有外界影响(如不传热也不做功等),则容器中的气体将始终保持这一状态,即气体不再发生宏观变化。

又如冷热程度不同的两个物体,相互接触后,热的物体变冷而冷的物体变热,最后两物体达到各处冷热程度均匀一致的状态,这时,如果没有外界影响,则两物体将始终保持这一状态,不再发生宏观变化。

类似的现象还可以举出许多,这种在不受外界影响(即系统与外界没有物质和能量的交换)的条件下,无论初始状态如何,系统的宏观性质在经充分长时间后不再发生变化的状态,叫做平衡态。当然,不满足上述条件的系统状态即为非平衡

态。

平衡态是个理想的概念,在许多实际问题中,可把实际状态近似地当作平衡状态来处理。但必须指出,平衡态是指在不受外界影响的条件下,系统的宏观性质不随时间变化而变化的状态,但从微观上看来,组成系统的大量分子仍处于一种杂乱无章的热运动状态,只不过此时分子热运动的平均效果不随时间的变化而变化而已。因此,热力学中的平衡态实质上是一种热动平衡状态。

8.1.3 准静态过程

当热力学系统受到外界的影响,发生质量或能量的交换时,其状态会发生变化。这时我们就说系统在经历一个热力学过程。在过程进行中的每一时刻,系统的状态不会是平衡态。在热力学中为了能利用系统处于平衡态时的性质来研究过程的规律,引入了准静态过程的概念:在过程中的任意时刻(或过程中的每一步)系统的状态都无限接近于平衡态,这样的过程叫做准静态过程(或平衡过程)。系统在经历一个准静态过程时,其任一时刻的状态都可以当作平衡态来处理。

应当指出,准静态过程是一个理想过程,而实际过程往往进行得比较快,以致于在过程中还没有达到新的平衡态以前系统就已继续了下一步的变化。因此过程中系统经历的是一系列非平衡态,这样的过程称为非静态过程。但是,如果过程进行得足够缓慢,以致在系统状态变化中的每一步都能及时达到或接近于新的平衡态,这样的过程就可以当作准静态过程来处理。在实际问题中,只要过程进行得不是非常快(如爆炸过程),一般情况下都可以把实际过程近似看作准静态过程。

准静态过程在 p - V 图(或 p - T 图、 V - T 图)上可用一条曲线来描述,如图 8-3 所示。曲线 AB 上的每一个点都代表系统的一个平衡态,可以用确定的 p, V 值来表示。整条曲线 AB 表示一个完整的准静态过程。如果系统经历的是一个非静态过程,那么在其中的每一个非平衡态下,系统各部分的性质一般说来可能不同,并且在不断地发生变化,因此就不能用一组确定的状态参量来描述。显然,非静态过程也就不能在状态图上用一条曲线来表示。

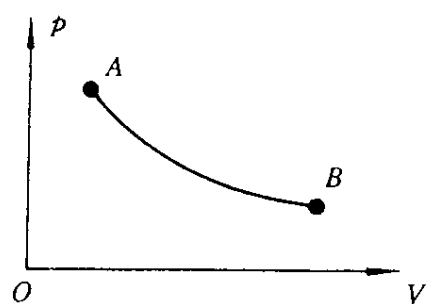


图 8-3 准静态过程