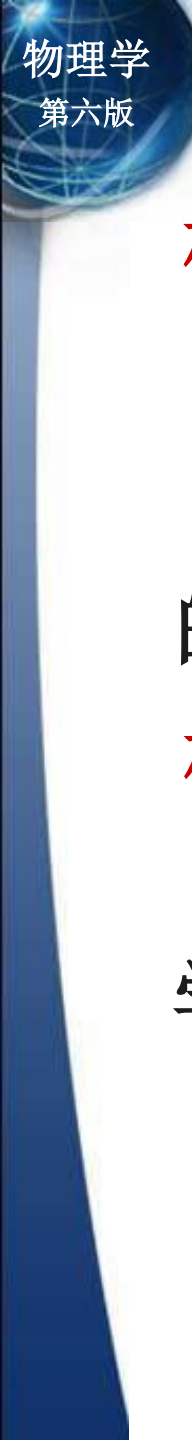


第十二章 气体动理论

第1节 《平衡态、理想气体物态方程》

- 一 了解气体分子热运动的图像。
- 二 理解平衡态、平衡过程、理想气体等概念。





研究对象

热现象: 与温度有关的物理性质的变化.

热运动: 构成宏观物体的大量微观粒子的永不休止的无规则运动.

研究对象特征

单个分子: 无序、具有偶然性、遵循力学规律.

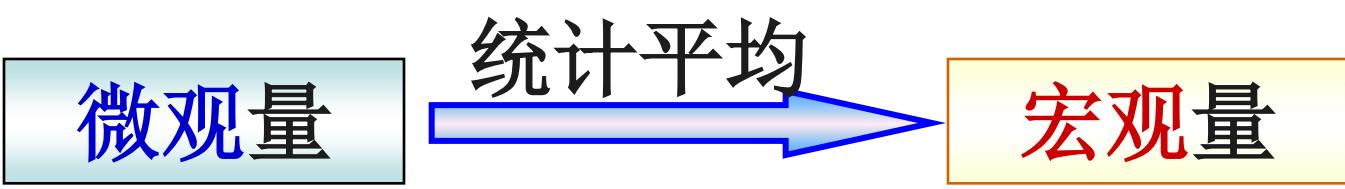
整体 (大量分子): 服从统计规律.





微观量: 描述个别分子运动状态的物理量(不可直接测量), 如分子的 m , \vec{v} 等.

宏观量: 表示大量分子集体特征的物理量(可直接测量), 如 p , V , T 等.



研究方法

1 热力学 —— 宏观描述

特点

- (1) 具有可靠性;
- (2) 知其然而不知其所以然;
- (3) 应用宏观参量.

2 气体动理论 —— 微观描述

特点

- (1) 揭示宏观现象的本质;
- (2) 有局限性, 与实际有偏差, 不可任意推广.



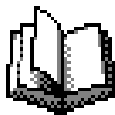
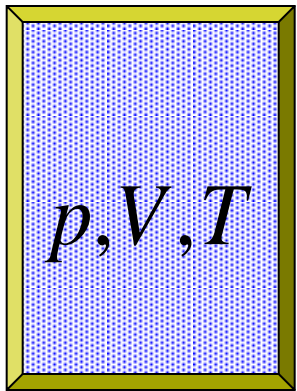


一 气体的物态参量(宏观量)

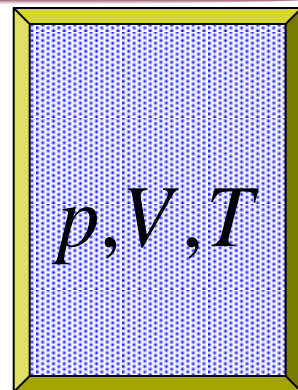
1 压强 p : 力学描述

单位: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

标准大气压: 45° 纬度海平面处, 0°C 时的大气压. $1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$



一 气体的物态参量(宏观量)



1. 压强 p

宏观上，气体作用于容器器壁单位面积的正压力，即 $p = F/S$ 。

微观上，大量分子作无规热运动，对器壁的撞击力。

单位：Pa（帕斯卡）

$$1\text{Pa} = 1\text{Nm}^{-2}$$

$$1\text{标准大气压} = 1.013 \times 10^5 \text{Pa}$$



2. 体积 V

宏观上，气体所能达到的空间。

一般指存储气体的容器的容积。

微观上，体积是由于分子作无规热运动所能达到的空间。

单位： m^3 或 L ； $1\text{L}=10^{-3}\text{m}^3$





3. 温度 T

宏观上，物体的冷热程度。

微观上，大量分子作热运动的剧烈程度。

单位：K（开尔文）

绝对温标（热力学温标）： T

T 与摄氏温标 t 的关系：

$$t = T - 273.15$$





二 平衡态

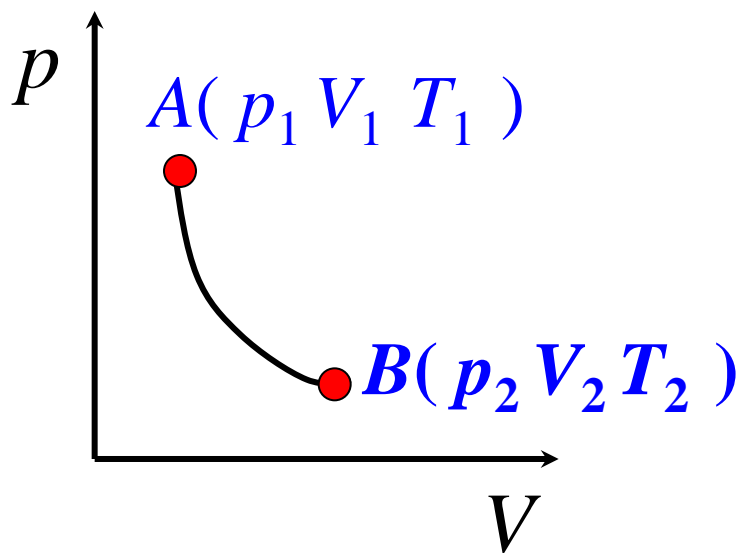
一定量的气体，在不受外界的影响下，经过一定的时间，系统达到一个稳定的宏观性质不随时间变化的状态称为平衡态。

说明

- (1) 不受外界影响是指系统与外界没有能量和质量交换。
- (2) 平衡态气体的状态可用一组确定的值 (p, V, T) 表示。



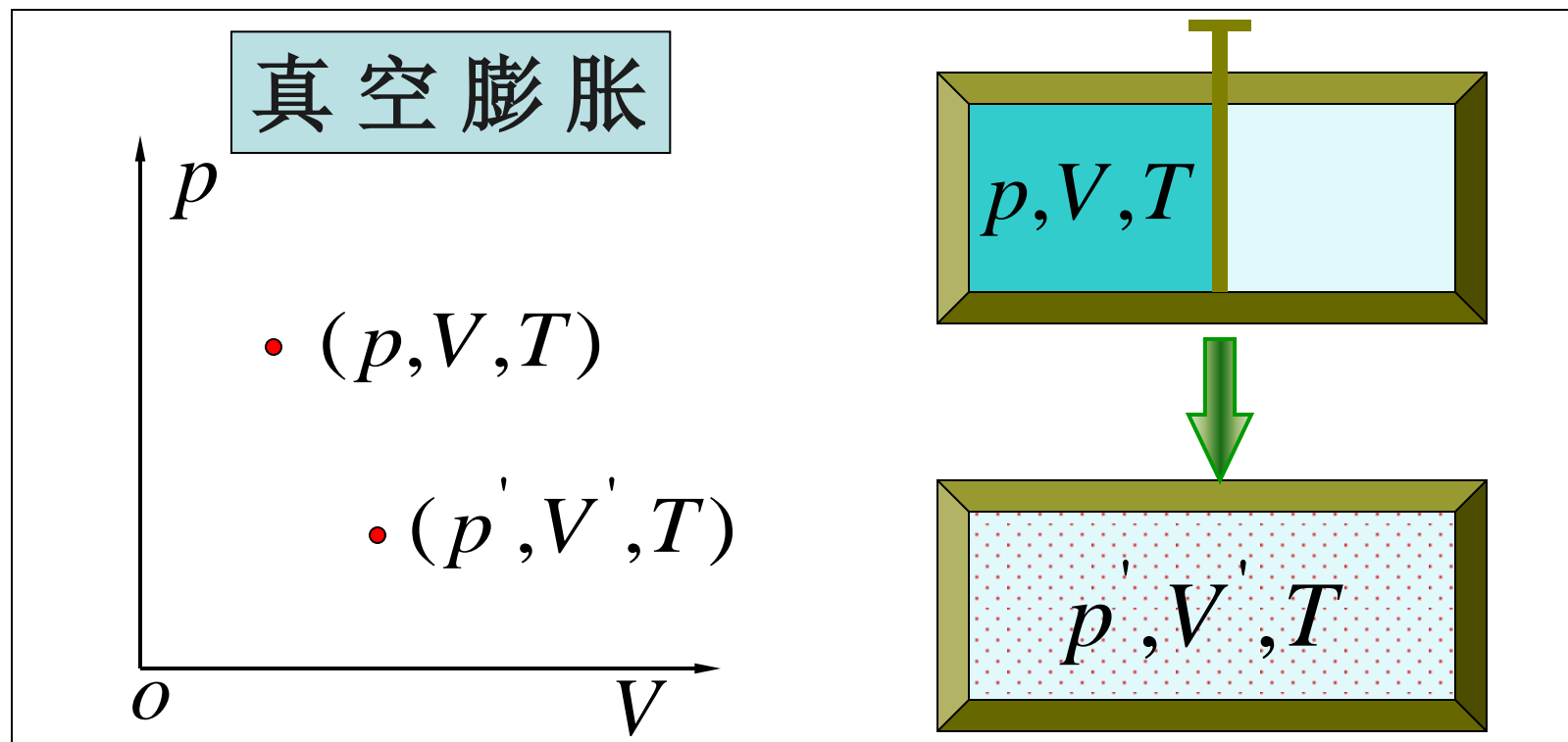
(3) 宏观上, 气体的 p 、 V 、 T 都不随时间变化,
微观上, 气体分子仍作热运动。
所以平衡态是动态平衡。



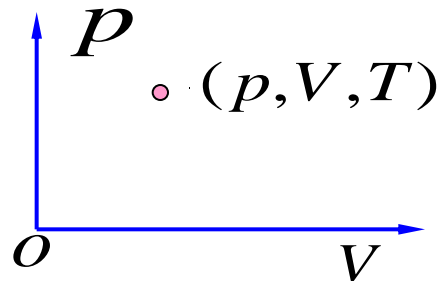
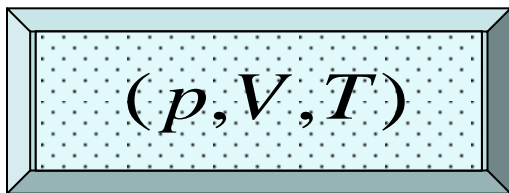
$p \sim V$ 图上表示平衡态。



12-1 平衡态 理想气体物态方程



平衡态的特点



- (1) 单一性 (p , T 处处相等);
- (2) 物态的稳定性——与时间无关;
- (3) 自发过程的终点;
- (4) 热动平衡(有别于力平衡).



三 理想气体物态方程

理想气体宏观定义：

遵守三个实验定律的气体.

物态方程: 理想气体平衡态宏观参量间的函数关系.



12-1 平衡态 理想气体物态方程

对一定质量的
同种气体

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

理想气体物
态方程一

$$pV = \nu RT = \frac{m'}{M} RT$$

摩尔气体常量

$$R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$



$$m' = Nm \quad M = N_A m$$

理想气体物
态方程二

$$p = nkT$$

$$k = R / N_A = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

k 称为玻耳兹曼常量.

$n = N/V$, 为气体分子数密度.



四 热力学第零定律

如果物体A和B分别与物体C处于热平衡的状态，那么A和B之间也处于热平衡。

