

物理学的第三次大综合

物理学的第三次大综合是从热学开始的，涉及到**宏观**与**微观**两个层次。

宏观理论热力学的两大基本定律：第一定律，即能量守恒定律；第二定律，即熵增加定律。

科学家进一步追根问底，企图从分子和原子的微观层次上来说明物理规律，气体分子动理论应运而生。

玻尔兹曼与**吉布斯**发展了经典统计力学。

热力学与统计物理的发展，加强了物理学与化学的联系，建立了物理化学这一门交叉科学。

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停止的无规运动。

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。



微观量

统计平均

宏观量

研究方法

1. 热力学 —— 宏观描述

实验经验总结， 给出宏观物体热现象的规律，
从能量观点出发， 分析研究物态变化过程中热功转换的关系和条件。

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

研究大量数目的热运动的粒子系统，应用模型假设和统计方法。

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。

两种方法的关系

热力学

相辅相成

气体动理论



一 气体的物态参量及其单位（宏观量）

1 气体压强 p ：作用于容器壁上单位面积的正压力（**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。

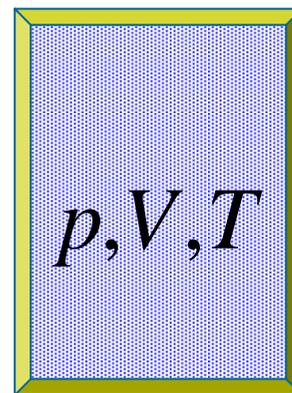
$$1\text{atm} = 1.013 \times 10^5 \text{Pa}$$

2 体积 V ：气体所能达到的最大空间（**几何**描述）。

单位： $1\text{m}^3 = 10^3 \text{L} = 10^3 \text{dm}^3$

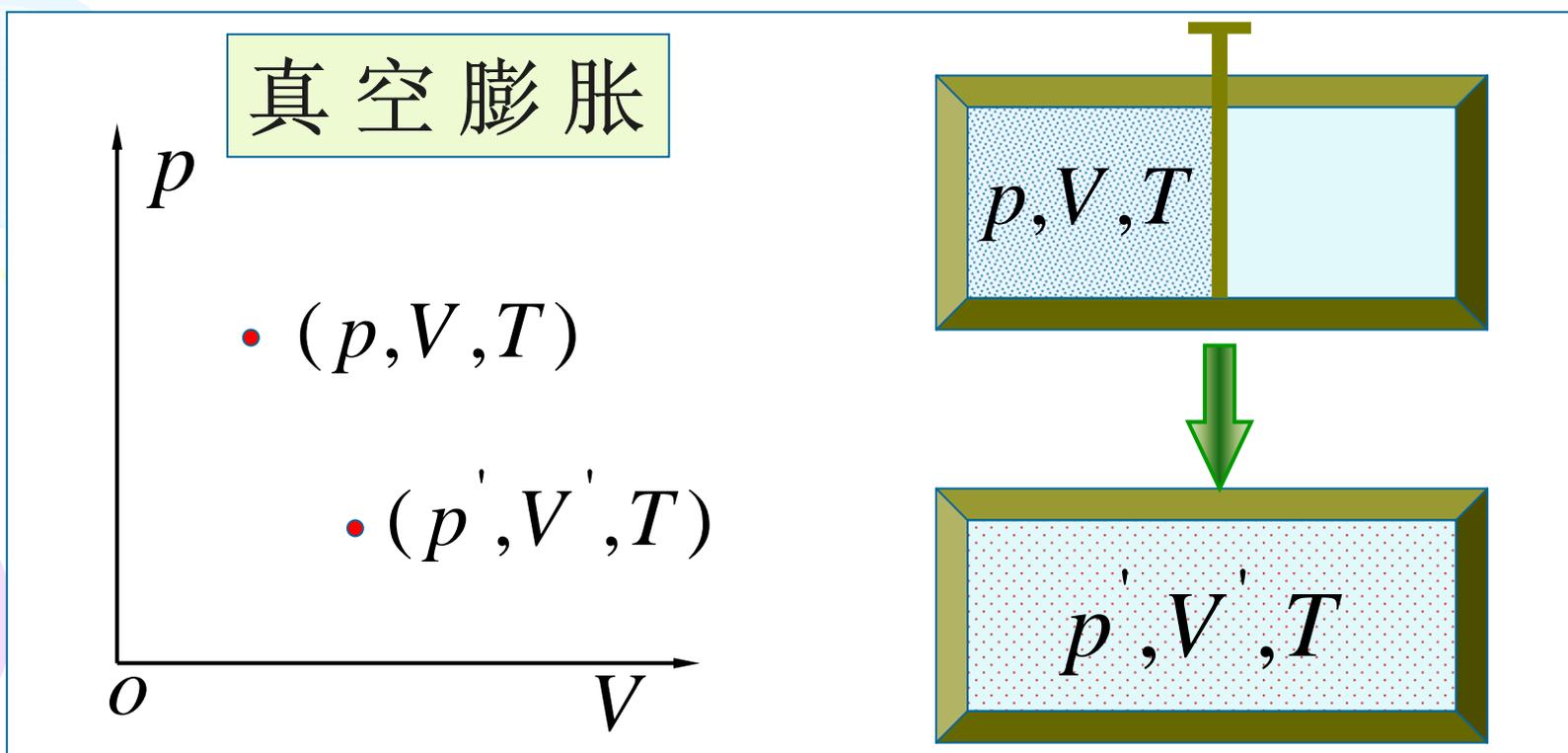
3 温度 T ：气体冷热程度的量度（**热学**描述）。

单位：温标 K（开尔文）。 $T = 273.15 + t$

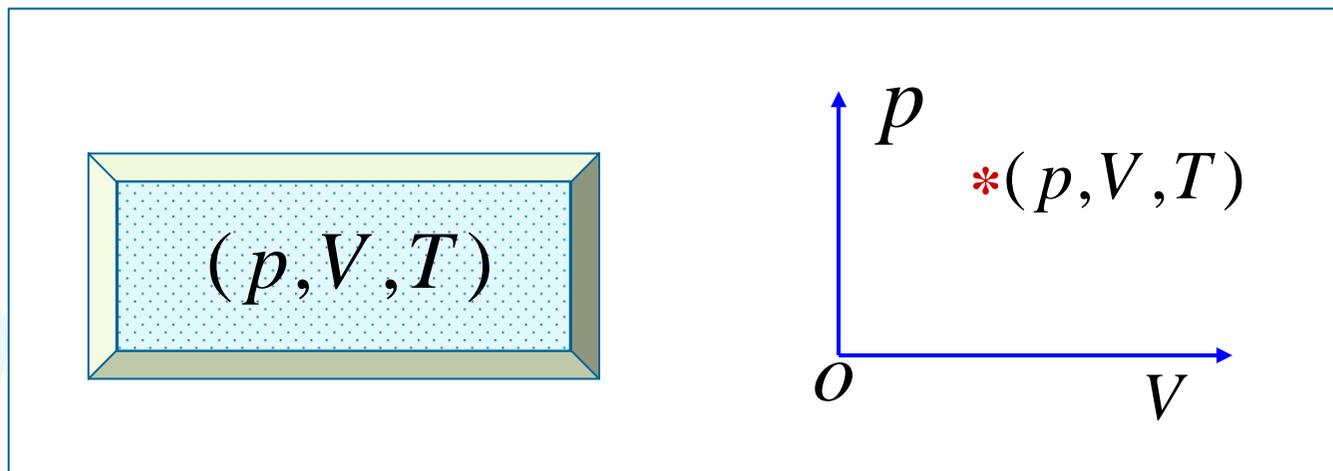


二 平衡态

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。（理想状态）



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。

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

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

摩尔气体常量

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