

# 统计物理初步

P5

大学物理--第七章 统计物理初步

令  $\overline{\varepsilon_t} = \frac{1}{2} m \overline{v^2}$  ——气体分子的平均平动动能

理想气体的压强公式:  $p = \frac{2}{3} n \overline{\varepsilon_t}$  ----统计规律

**说明:**

A. 压强公式把宏观量  $p$  和微观量的统计平均值  $\overline{v^2}$  或  $\overline{\varepsilon_t}$  联系起来, 表明了压强具有统计意义, 只对大量气体分子才有意义。

B. 影响理想气体压强的微观参量:  $m$ 、 $v$  或  $\varepsilon_t$

**思考**

• 推导压强公式时, 为什么没有考虑分子间的相互碰撞?

25

物理学院-孙云卿

质量相同的分子碰撞后速度交换, 可以近似考虑为没有碰撞

! 初态不平衡问题--微元

**例2** 一长金属管下端封闭，上端开口，置于压强为 $p_0$ 的大气中。在下端加热达 $T_1=1000\text{K}$ ，上端达到 $T_2=200\text{K}$ ，温度沿管长均匀变化。现将开口端封闭，并使管子冷却到 $T_E=100\text{K}$ 。计算此时管内气体的压强。

**解：**初态是定态，但不是平衡态，末态是平衡态。

管内气体的质量与初态的温度有关

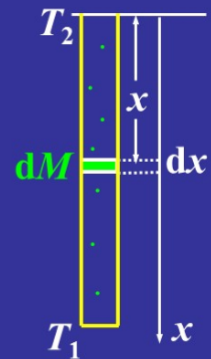
1.由初态求出管内气体的质量

将管内气体分为若干个体积元 $dV$ ：

$$dV = Sdx, \quad S \text{—管横截面积}$$

每一体积元仍包含大量分子，并可认为处于平衡态。

任取 $x$ 处体积元 $dV$ ，其内气体 $dM$ 温度：



30

物理学院-孙云卿

1.确定初末态，封口后 $V$ 不变， $n$ 不变，所以 $P$ 与 $T$ 成正比

要求整体的温度，虽然温度是线性变化，但是不同位置的分子数不同，不能直接求上下端的平均温度，要先微分后积分

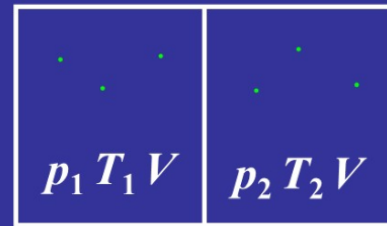
开口-- $p$ =外界压强

2.平衡态才能用理想气体状态方程，不平衡，取微元就可以看作平衡态了！要先微分后积分

**例4** 容器两边是同种气体，左边：  $p_1$ 、  $T_1$ 、  $V$ ，右边：  $p_2$ 、  $T_2$ 、  $V$ ；抽去中间的隔板，混合过程中气体与外界无能量交换，求平衡时的压强和温度。

**解：**混合前  $p_1 V = \nu_1 R T_1$ ,  $p_2 V = \nu_2 R T_2$

混合后  $p(2V) = (\nu_1 + \nu_2) R T$  (1)



因混合过程中气体与外界无能量交换，所以混合前后气体的内能不变：

$$\frac{i}{2} p_1 V + \frac{i}{2} p_2 V = \frac{i}{2} p(2V) \quad \therefore p = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)$$

$p$ 代入(1)可得：  $T = \frac{p_1 + p_2}{\frac{p_1}{T_1} + \frac{p_2}{T_2}}$

分别对初态的两边和末态用理想气体状态方程+无热量交换--内能不变