§ 5-1

1. 平衡态：与外界无交换能量、无外场作用.

2. 热动平衡状态 / 定常态

3. 气体的状态参量. $V$. $P$. $t$

4. $pV = \frac{m}{M}RT$. $R = 8.31\ J/(mol \cdot k)$

§ 5-2.

1. $\overline{v^2} = \overline{v_x}^2 + \overline{v_y^2} + \overline{v_z}^2$ 三个分量平均值均相同.

$\Rightarrow \overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2} = \frac{1}{3}\overline{v}^2$

§ 5-3.

单位体积内分子数

1. 压强 $p = n m_0 \overline{v_x^2}$

结合 $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3}\overline{v}^2$, $\varepsilon_k = \frac{1}{2}m_0\overline{v}^2$

$\therefore p = \frac{2}{3}n\overline{\varepsilon}_k$

2. 温度：

单个气体分子质量

$pV = \frac{m}{M}RT$. 而 $\begin{cases} m = N m_0 \\ M = N_A m_0 \end{cases}$

$\rightarrow p = \frac{N}{V}\frac{R}{N_A}T$

记 $k = \frac{R}{N_A}$ $\longrightarrow$ 玻耳兹曼常量., 且 $\frac{N}{V} = n$ (单位体积气体分子数)

$\Longrightarrow p = nkT$.

$\overline{\varepsilon}_k = \frac{1}{2}m v_0^2 = \frac{3}{2}kT$ 气体温度是气体分子平均动能的量度

3. 方均根速率：

$V_{rms} = \sqrt{\overline{v}^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

§ 5-4

1. $\overline{\varepsilon}_k = \frac{3}{2}kT \longrightarrow$ 在 $x$. $y$. $z$ 三个方向上均分

$\Rightarrow$ 每一个平动自由度的能量是 $\frac{1}{2}kT$

考虑多原子分子有转动自由度

$\overline{\varepsilon}_k = \frac{i}{2}kT$

$i = \begin{cases} 3 & 单原子 \\ 5 & 刚性双原子 \\ 6 & 刚性多原子 \end{cases}$

2. 理想气体的内能：$E_0$

1mol: $E_0 = N_A(\frac{i}{2}kT) = \frac{i}{2}RT$

对质量为 $m$. 摩尔质量 $M$ 的气体：

$E = \frac{m}{M}\frac{i}{2}RT$ 仅与气体自由度 / 温度有关

§ 5-5.

1. 定义：$f(v) = \lim_{\Delta v \to 0}\frac{\Delta N}{N\Delta v} = \frac{dN}{N dv}$

速率 $(v, v+\Delta v)$ 中分子数为 $\Delta N$

上式也就是在 $v$ 附近分子数占总的比例.

$\therefore Nf(v)$ 表示 $v$ 附近分子总数

$\Delta N = \int_{v_1}^{v_2} N f(v)\, dv$

$N = \int_0^{+\infty} N f(v)\, dv$.

$\int_0^{+\infty} f(v)\, dv = 1$

2. Maxwell 分布：

$$f(v)=4\pi\left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}}v^2 e^{-\frac{m_0v^2}{2kT}}$$

由此得平均速率：

$$\bar{v}=\sqrt{\frac{8RT}{\pi m}}$$

方均根速率：

$$v_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{m}}$$

最概然速率：

$$v_p=\sqrt{\frac{2RT}{m}}$$

§5-7.

1. 平均相对速率

$$\bar{v}_r=\sqrt{2}v.$$

2. 1 s内，一个气体分子和其他分子平均碰撞频率为

$$\bar{z}=\sqrt{2}\pi d^2\bar{v}n$$ → n 还是单位体积内分子数

连续两次碰撞间一个分子平均路程（平均自由程）

$$\bar{\lambda}=\frac{\bar{v}}{\bar{z}}=\frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n}=\frac{kT}{\sqrt{2}\pi d^2 p}$$

§5-9.

真实气体的范德瓦尔斯方程：

$$\left(p+n^2\frac{a^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$$ n为物质的量.