

第八章大物作业

王俞力 \LaTeX

学号：2010400736

日期：September 21, 2021

- 1 8.2 一容器内储有氧气，其压强为 $1.01 \times 10^5 Pa$ ，温度为 $27.0^\circ C$ 求：(1) 气体分子的数密度；(2) 氧气的分子质量；(3) 分子的平均速率；(4) 分子的平均平动动能。**

解：(1)

$$\begin{aligned} p &= nKT \\ n &= \frac{p}{KT} \\ &= \frac{1.01 \times 10^5 Pa}{1.38 \times 10^{-23} J/K \times 300K} \\ &= 2.44 \times 10^{25} m^{-3} \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} m &= \frac{M}{N_A} \\ &= \frac{0.032}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= 5.32 \times 10^{-26} kg \end{aligned}$$

(3)

$$\begin{aligned} \bar{v} &= 1.60 \times \sqrt{\frac{RT}{M}} \\ &= 1.60 \times \sqrt{\frac{8.31 J/mol \cdot K \times 300K}{0.032}} \\ &= 446.58 m/s \end{aligned}$$

(4)

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon}_k &= \frac{3}{2} kT \\ &= \frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} J/K \times 300K}{2} \\ &= 6.21 \times 10^{-21} J \end{aligned}$$

- 2 8.3 在容积为 $2.0l$ 的容器中, 有内能为 $6.75 \times 10^2 J$ 的氧气。(1) 求气体的压强; (2) 若容器中分子总数为 5.4×10^{22} 个, 求分子的平均平动动能及气体的温度。

解: (1)

$$\begin{aligned} E &= \frac{i}{2} \nu RT \\ pV &= \nu RT \\ p &= \frac{2E}{iV} \\ &= \frac{2 \times 6.75 \times 10^2 J}{5 \times 2.0 \times 10^{-3} m^3} \\ &= 1.35 \times 10^5 Pa \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} p &= \frac{2}{3} n \overline{\varepsilon_k} \\ n &= \frac{N}{V} \\ \overline{\varepsilon_k} &= \frac{3pV}{2N} \\ &= \frac{3 \times 1.35 \times 10^5 Pa \times 2.0 \times 10^{-3} m^3}{2 \times 5.4 \times 10^{22}} \\ &= 7.5 \times 10^{-21} J \end{aligned}$$

(3)

$$\begin{aligned} \overline{\varepsilon_k} &= \frac{3}{2} kT \\ T &= \frac{2\overline{\varepsilon_k}}{3k} \\ &= \frac{2 \times 7.5 \times 10^{-21}}{3 \times 1.38 \times 10^{-23} J/K} \\ &= 362.32 K \end{aligned}$$

- 3 1mol 氢气, 当温度为 $27^\circ C$ 时, 求它的平均平动动能、平均转动动能及平动动能、转动动能、内能。

解: (1)

$$\begin{aligned} \overline{\varepsilon_{kr}} &= \frac{3}{2} kT \\ &= \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300 \\ &= 6.21 \times 10^{-21} J \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned}\overline{\varepsilon_{kt}} &= \frac{2}{2}kT \\ &= \frac{2}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300 \\ &= 4.14 \times 10^{-21} J\end{aligned}$$

(3)

$$\begin{aligned}E_{kt} &= \frac{3}{2}\nu RT \\ &= \frac{3}{2} \times 8.31 \times 300 \\ &= 3739.5 J\end{aligned}$$

(4)

$$\begin{aligned}E_{kr} &= \frac{2}{2}\nu RT \\ &= \frac{2}{2} \times 8.31 \times 300 \\ &= 2493 J\end{aligned}$$

(5)

$$\begin{aligned}E &= E_{kr} + E_{kt} \\ &= 3739.5 + 2493 \\ &= 6232.5 J\end{aligned}$$

4 8.5 速率分布函数 $f(v)$ 的物理意义是什么？试说明下列各量的物理意义 (n 为分子数密度, N 为系统总分子数)。

解：

$f(v)$ 表示在温度为 T 的平衡状态下, 速率在 V 附近单位速率区间的分子数占总数的百分比。

$f(v)dV$ 表示速率落在 v 到 $v + dv$ 区间内的分子数占总分子数的百分比。

$n f(v)dv$ 表示单位体积内速率落在 v 到 $v+dv$ 区间内的分子数。

$\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$ 表示速率落在 v_1 到 v_2 区间内的分子数占总分子数的百分比。 $\int_{\infty}^0 f(v) dv$ 表示在 0 到 ∞ 速率区间内的分子数占总分子数的百分比。

$\int_{v_1}^{v_2} N f(v) dv$ 表示速率落在 v_1 到 v_2 区间内的分子数。

- 5 8.6 设有 N 个粒子的系统，速率分布如图所示。(1) 说明曲线与横坐标所包围面积的含义；(2) 写出速率分布函数表达式 (3) 求 a 与 v_0 之间的关系；(4) 求速率在 $1.5V_0 - 2.0V_0$ 间隔内的粒子数；(5) 求粒子的平均速率；(6) 求 $0.5V_0 - V_0$ 区间内粒子的平均速率。

解：(1)

(2)

$$f(v) = \begin{cases} \frac{a}{Nv_0}v, & 0 \leq v \leq v_0 \\ \frac{a}{N}, & v_0 \leq v \leq 2v_0 \\ 0, & v > 2v_0 \end{cases}$$

(3)

$$N = \frac{1}{2}(v_0 + 2v_0) \cdot a$$

$$a = \frac{2N}{3V_0}$$

(4)

$$\Delta N = 0.5v_0 \cdot a$$

$$= 0.5v_0 \cdot \frac{2N}{3v_0}$$

$$= \frac{N}{3}$$

(5)

$$\bar{v} = \int_{v_0}^0 v \cdot \frac{a}{Nv_0} v dv + \int_{2v_0}^{v_0} v \cdot \frac{a}{N} dv$$

$$= \frac{11}{6N} av_0^2$$

$$= \frac{11}{9} v_0$$

- 6 一真空管的真空度约为 $1.38 \times 10^{-3} Pa$ ，试求在 $27^\circ C$ 时单位体积中的分子数及分子的平均自由程（设分子的有效直径 $d = 3 \times 10^{-10} m$ ）

解：

$$p = nkT$$

$$n = \frac{p}{kT}$$

$$= \frac{1.38 \times 10^{-3}}{1.38 \times 10^{-23} \times 300}$$

$$= 3.33 \times 10^{17} m^{-3}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{kT}{\sqrt{2} \times 3.14 \times (3 \times 10^{-10})^2 \times 3.33 \times 10^{17}}$$

$$= 7.5m$$