

1. 在压强为 1atm、温度为 0℃ 条件下，把空气视为分子量为 29 的相同分子组成的气体，分子的有效直径 $d = 3.7 \times 10^{-10} \text{ m}$ ，试估算：

- (1) 一个一般房间(100 m³)的空气分子数目；
- (2) 单位时间内碰撞单位面积墙壁的空气分子数；
- (3) 空气分子的平均速率；
- (4) 空气分子的碰撞频率；
- (5) 空气分子的平均自由程。

2. (1) 试证明任何一种具有两个独立参量 T, p 的物质，其物态方程可由实验测得的体胀系数 α 和等温压缩系数 β ，根据下述积分求得

$$\ln V = \int \alpha dT - \beta dp$$

(2) 如果某一气体的定压膨胀系数和等温压缩系数分别为

$$\alpha = \frac{nR}{pV}, \quad \beta = \frac{1}{p} + \frac{a}{V}$$

其中 n, R 和 a 都是常数，试求此气体的物态方程。

3. 在质子回旋加速器中，要使质子在 105 km 的路径上不和空气分子相撞，真空室内的压强应为多少？设温度为 300 K，质子的有效直径比起空气分子的有效直径小得多，可以忽略不计，空气分子可认为静止不动，且空气分子的有效直径 $d = 3 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。

4. 容积为 2250 cm³ 的烧瓶内有 1.0×10^{15} 个氧分子、 4.0×10^{15} 个氮分子和 $3.3 \times 10^{-7} \text{ g}$ 的氩气。设混合气体的温度为 150℃，求混合气体的压强。

5. 一容积为 11.2 L 的真空系统的真空度已抽到 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mmHg}$ ，为了提高真空度，把该系统放在 300℃ 的烤箱内烘烤，使器壁释放出被吸附的气体。设烘烤后真空度变为 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mmHg}$ ，求器壁原来吸附的分子数。

6. 一密闭容器中贮有水及其饱和蒸气，水汽的温度为 100℃，压强为 1atm，已知在这种状态下每克水汽所占体积为 1670 cm³，水的汽化热为 2.25 J/g。

- (1) 每立方厘米水汽中含有多少水分子？
- (2) 每秒有多少个水汽分子碰到单位面积水面上？
- (3) 设所有碰到水面上的水分子都凝聚为水，则每秒有多少分子从单位面积水面逸出？
- (4) 试将水汽分子的平均平动动能与每个水分子逸出所需的能量相比较。

7. 设 N 个粒子系统的速率分布函数为(K 为常量)。

$$dN_v = \begin{cases} Kdv & (v_0 > v > 0) \\ 0 & (v > v_0) \end{cases}$$

- (1) 画出分布函数图
- (2) 用 N 和 v_0 定出常量 K
- (3) 用 v_0 表示出算术平均速率和方均根速率。

8. 试求温度为 T ，分子质量为 m 的气体中分子速率倒数的平均值，并与分子平均速率的倒数比较。

9. 求遵从麦克斯韦速率分布的气体分子，其平动动能的最概然值 $\alpha_{k,p}$ 。

10. 对 Virial 型实际气体状态方程 $pV_m = RT + Bp + Cp^2 + \cdots$ ，证明：

$$\left(\frac{\partial Z}{\partial p} \right)_{T, p \rightarrow 0} = \frac{B}{RT}$$

11. 求 van der Waals 气体的 Boyle 温度 T_B 。