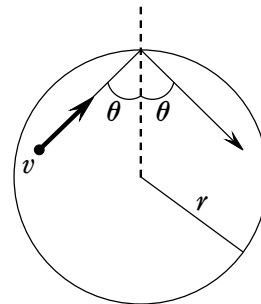


'03 上智大学

半径 r の球形の容器に、質量 m の単原子分子の理想気体が 1 mol 入っている。容器の中に存在する N_A (アボガドロ数) 個の分子が球形の壁と弾性衝突することで、圧力 P が生じるしくみを考える。



分子はさまざまな速さと方向をもって容器内で運動しているが、図のように、壁の法線方向と θ のなす角度で壁に衝突する速度 v の分子を考える。衝突後、壁の接線方向の速度は変化しないので、1回の衝突でこの分子は壁に ア $\times mv$ の力積を与える。この分子は壁に衝突した後、次に衝突するまでに距離 イ $\times r$ だけ進むので、1秒間あたりにこの分子が壁に与える力積は ウ となる。したがって、 N_A 個の分子についての v^2 の平均

を $\langle v^2 \rangle$ とすると、分子全体が壁に及ぼす力は エ $\times \frac{N_A m \langle v^2 \rangle}{r}$ となる。圧力 P を $\langle v^2 \rangle$ で表すと $P = \text{オ}$ $\times \frac{N_A m \langle v^2 \rangle}{r^3}$ となるので、容器の体積を V とすれば、

$PV = \text{カ}$ $\times N_A m \langle v^2 \rangle$ となる。また、 1 mol の理想気体の状態方程式は $PV = kN_A T$ なので (k はボルツマン定数、 T は温度)、分子の運動エネルギーの平均値は $\frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle = \text{キ}$ $\times kT$ となって、温度 T に比例することがわかる。

ア , イ の選択肢

- | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① 1 | ② 2 | ③ $\frac{1}{2}$ | ④ $\cos \theta$ | ⑤ $\sin \theta$ |
| ⑥ $\tan \theta$ | ⑦ $2\cos \theta$ | ⑧ $2\sin \theta$ | ⑨ $2\tan \theta$ | ⑩ $\frac{\cos \theta}{2}$ |
| ⑪ $\frac{\sin \theta}{2}$ | ⑫ $\frac{\tan \theta}{2}$ | ⑬ $\frac{1}{\cos \theta}$ | ⑭ $\frac{1}{\sin \theta}$ | ⑮ $\frac{1}{\tan \theta}$ |
| ⑯ $\frac{1}{2\cos \theta}$ | ⑰ $\frac{1}{2\sin \theta}$ | ⑱ $\frac{1}{2\tan \theta}$ | | |

ウ の選択肢

- | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① $\frac{mv^2}{r}$ | ② $\frac{mv^2}{2r}$ | ③ $\frac{2mv^2}{r}$ | ④ $\frac{mv^2 \cos \theta}{r}$ | ⑤ $\frac{mv^2 \sin \theta}{r}$ |
| ⑥ $\frac{mv^2}{r \cos \theta}$ | ⑦ $\frac{mv^2}{r \sin \theta}$ | ⑧ $\frac{mv^2}{\pi r}$ | ⑨ $\frac{mv^2}{2\pi r}$ | ⑩ $\frac{mv^2}{4\pi r}$ |

エ ~ キ の選択肢

- | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ $\frac{1}{2}$ | ⑥ $\frac{3}{2}$ | ⑦ $\frac{1}{3}$ | ⑧ $\frac{2}{3}$ |
| ⑨ $\frac{4}{3}$ | ⑩ π | ⑪ 2π | ⑫ $\frac{\pi}{2}$ | ⑬ $\frac{\pi}{3}$ | ⑭ $\frac{\pi}{4}$ | ⑮ $\frac{1}{\pi}$ | ⑯ $\frac{1}{2\pi}$ |
| ⑰ $\frac{1}{3\pi}$ | ⑱ $\frac{1}{4\pi}$ | | | | | | |