’03　信州大学

解説

（ア）　ボルツマン定数

（イ）　6×10^{23}

（ウ）　往復の距離が $2L$ であるから $\dfrac{2L}{|v_x|}$

（エ）　運動量の変化は力積に等しいから $2m|v_x|$

（オ）　分子は時間 t の間に $\dfrac{|v_x|}{2L}t$ 回壁に衝突するから，壁の受ける力積 I は

$$2m|v_x|\times\frac{|v_x|}{2L}t=\frac{m{v_x}^2}{L}t$$

よって，この分子の圧力への寄与 P は

$$P=\frac{I}{L^2t}=\frac{m{v_x}^2}{L^3}=\frac{m{v_x}^2}{V}$$

（カ）　$E=\dfrac{1}{2}m\overline{v^2}$

（キ）　$\overline{v^2}=\overline{{v_x}^2}+\overline{{v_y}^2}+\overline{{v_z}^2}$，$\overline{{v_x}^2}=\overline{{v_y}^2}=\overline{{v_z}^2}$

よって，　$\overline{{v_x}^2}=\dfrac{1}{3}\overline{v^2}$

（ク）　(オ)(キ)の結果より

$$P=N_{\mathrm{A}}\overline{P}=N_{\mathrm{A}}\frac{m\overline{{v_x}^2}}{V}=N_{\mathrm{A}}\frac{m\overline{v^2}}{3V}$$

(カ)より

$$P=\frac{2N_{\mathrm{A}}}{3V}\cdot\frac{1}{2}m\overline{v^2}=\frac{2N_{\mathrm{A}}E}{3V}$$

（ケ）　$P=\dfrac{RT}{V}=\dfrac{2N_{\mathrm{A}}E}{3V}$　よって　$N_{\mathrm{A}}E=\dfrac{3}{2}RT$

（コ）　$\dfrac{1}{2}RT$　または　$\dfrac{1}{3}$

（サ）　(ク)の結果より　$P=\dfrac{2}{3}\cdot\dfrac{N_AE}{V}=\dfrac{2}{3}U$

'03 信州大学

(シ) 光子1個が壁に与える力積の大きさは

$$2|p_x| = 2p_0\frac{|c_x|}{c}$$

気体分子と同様に考えて，光子がx方向の壁に時間tの間に衝突する回数は $\frac{|c_x|}{2L}t$ 回なので壁の受ける力積の大きさI'は

$$2|p_x| \times \frac{|c_x|}{2L}t = \frac{p_0 {c_x}^2}{cL}t$$

よって，この光子の圧力への寄与p'は

$$p' = \frac{I'}{L^2 t} = \frac{p_0 {c_x}^2}{cL^3} = \frac{p_0 {c_x}^2}{cV}$$

(ス) $c^2 = \overline{{c_x}^2} + \overline{{c_y}^2} + \overline{{c_z}^2}$，$\overline{{c_x}^2} = \overline{{c_y}^2} = \overline{{c_z}^2}$ より

$$\overline{{c_x}^2} = \frac{1}{3}c^2$$

よって　$P = N\overline{p'} = N \times \frac{p_0 \overline{{c_x}^2}}{cV} = \frac{1}{3}\frac{Np_0 c}{V}$

$p = \frac{1}{3}\frac{NE_0}{V}$ と比較すると　$\boldsymbol{E_0 = p_0 c}$

(セ) $E_0 = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = p_0 c$

よって　$p_0 \propto \frac{1}{\lambda}$　答えは，**波長**

(ソ) **プランク定数**

講評

光の二重性の問題．光の圧力の問題であるが，光子の場合も気体分子と同様の取り扱いをする。気体の分子運動論がきちんと理解できていれば，比較的容易に解けるだろう．基本的な関係をしっかりと理解しておきたい．