

[第7回目] 気体の内部エネルギー

考える内容 巨視的な量(圧力, 温度, 内部エネルギー)の分子からの説明(気体の分子運動論)

授業の目標

圧力 p : (1 m²あたりの) 壁面が, 衝突した分子から受ける衝撃力の時間平均

絶対温度 T : 分子の平均運動エネルギー $\langle K \rangle = \frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle$ に比例する量 (熱運動の激しさ)

$$\frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle = \frac{3}{2} kT$$

ボルツマン定数 $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K

内部エネルギー $U = (\text{分子の運動エネルギー}) + (\text{分子間力の位置エネルギー})$

理想気体の場合(「分子間力」を無視できる場合)

$$U_{\text{理想}} = Nf \frac{1}{2} kT = \frac{f}{2} nRT$$

自由度 f $\left\{ \begin{array}{l} \text{単原子分子} : f = 3 \\ \text{2原子分子} : f = 5 \\ \text{3原子分子} : f = 6 \end{array} \right.$

次回予定 [第8回目] 熱力学の第1法則 (教科書 35~36 ページ)

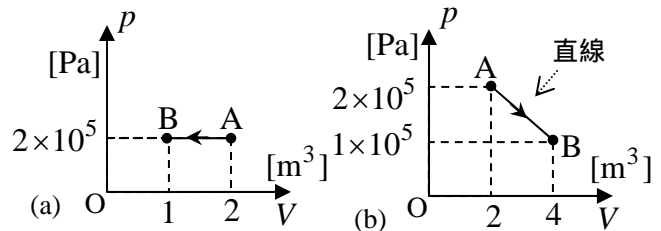
レポート問題 第7回目(右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

B... 問1 教科書の問 3.12 の 答えよ。落ちた水の質量を m [kg] とし, 熱は m [kg] の水にすべて吸収されると考えよ。水の比熱には, $c = 4.2$ [kJ/kg·K] を用いよ。

C... 教科書の問 3.12 の 答えよ。比熱の単位は [J/g·K] = [kJ/kg·K] である。

B... 800 [W] のオーブントースターで 1 分加熱すると, 発熱量は $Q = 800$ [W] \times 60 [s] = 4.8×10^4 [J] = 48 [kJ] になる。この熱量 Q を全部使ったとすれば, 20.0 [] の水 0.50 [kg] を何 [] にまで上昇させることができるか。水の比熱を $c = 4.2$ [kJ/kg·K] とする。

B... 問2 グラフ(a)のように, 2×10^5 [Pa] の気体を, 圧力を一定に保ちながら体積を 2 [m³] から 1 [m³] に圧縮した。気体にした仕事 W を数値で求めよ。



B... 気体の圧力と体積をグラフ(b)のように変化させた。気体にした仕事 W を数値で求めよ。

C... 問2 圧力 p と 絶対温度 T の意味について, 気体の分子運動から簡単に説明せよ。

A... 問3 速さ v [m/s] で運動している質量 m [kg] の分子 1 個の運動エネルギー K を式で表せ。

A... 温度 T [K] の気体分子の平均運動エネルギー $\frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle$ を表す式を書け。[教科書の式(3.15)]

A... ボルツマン定数 k の値を書け。[教科書の式(3.10)]

B... 温度 $T = 300$ [K] の酸素分子の平均運動エネルギーを数値で求めよ。

B... 問4 教科書の式(3.15) から $\sqrt{\langle v^2 \rangle}$ を, m, k, T を用いて式で表せ。

C... 教科書の問 3.8 の 答えよ。(音速 330 m/s, 台風の暴風圏の風速 > 15 m/s と比べよ。)

B... 問5 $T = 300$ [K] のアルゴン (Ar) 気体が $n = 1.00$ [mol] ある。全分子の運動エネルギーの総和 $U = N \cdot \frac{3}{2} kT$ を数値で求めよ。(1 [mol] の分子数は $N = N_A = 6.02 \times 10^{23}$ 個)

B... 2原子分子である酸素 (O₂) の自由度 f を答えよ。 B... $T = 300$ [K] の酸素 (2原子分子 O₂) 気体 $n = 1.00$ [mol] が持つ内部エネルギー U を数値で求めよ。

C... $T = 500$ [K] の窒素 (2原子分子 N₂) ガス $n = 0.500$ [mol] を, 温度一定に保ちながら体積を2倍に膨張させた。膨張後の内部エネルギー U_2 を数値で求めよ。

解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____ 氏名 _____

問1 力学的エネルギー $E = mgz$ が熱 Q に変わるから, $Q =$,

また, 比熱 c を用いると, ΔT の温度上昇に必要な熱は, $Q =$ だから

$$\Delta T = \text{-----} =$$

$$\Delta T = \text{-----} \quad [\quad]$$

問2 $W =$ []

$$W = \text{-----} \quad [\quad]$$

問3 $K =$ $\frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle =$

$$k = \text{-----} \quad [\quad]$$

$$\frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle = \text{-----} \quad [\quad]$$

問4 (3.15) より $\sqrt{\langle v^2 \rangle} =$

$$\sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{m_{\text{H}_2}}} = \text{-----} \quad [\text{ m/s}]$$

$$\sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{m_{\text{O}_2}}} = \text{-----} \quad [\text{ m/s}]$$

問5 $U = N \cdot \frac{3}{2} kT$ [J] $f =$

$$U = \text{-----} \quad [\quad]$$

膨張後も温度は $T =$ [K] だから,

$$U_2 = \text{-----} \quad [\quad]$$

このレポートをやるのに _____ 時間 _____ 分,

それ以外に基礎物理 の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。