

2004年度応用物理（熱力学）中間試験問題

配点は各小問10点。計100点分を解答せよ。有効数字は指示あるもの以外2桁。

- ① 下表はさまざまな金属の線膨張係数（単位 $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ）である。この表を用いて下の間に答えよ。
- | | | | |
|--------|---------------------|----------|----------------------|
| アルミニウム | 24×10^{-6} | 鉄 | 11×10^{-6} |
| 真鍮 | 19×10^{-6} | 鉛 | 29×10^{-6} |
| 銅 | 17×10^{-6} | インヴァール合金 | 0.9×10^{-6} |
| 金 | 14×10^{-6} | クロム | 4.9×10^{-6} |
- (1) 体積 100.00cm^3 のある金属を 0°C から 100°C まで加熱したら 0.51cm^3 だけ体積が増加した。この金属は何か。
(断面積を A とする)
- (2) 純金の細線を用いて基板上に配線を行った。温度が 50°C だけ下降するとき、長さ 1.0cm の細線の端にかかる応力（圧力）は何 N か。金のヤング率は $7.8 \times 10^{10}\text{N/m}^2$ とする。
- ② 理想気体の条件を挙げよ。
- ③ 圧力が一定のとき、理想気体の体膨張係数を絶対温度 T の関数で表せ。
- ④ シリンダの中に n molの理想気体を入れて体積が半分になるまでゆっくりピストンを押した。この間に、温度 T は変化しなかったとする。気体定数は R とする。
- (1) 圧力は何倍になったか。
 (2) このときピストンが気体にした仕事はいくらか。
 (3) 気体の内部エネルギーはいくら増加したか。
- ⑤ 0°C のヘリウム（分子量 4.0g/mol ）を大気圧（ $=1.01 \times 10^5\text{Pa}$ ）のもとで 22.4 リットルの容器（膨張しない）に封入し、 $5.00 \times 10^3\text{J}$ の熱を加えた。以下の間に有効数字3桁で答えよ。気体定数は 8.31J/molK 、Heの常温での定積比熱は $c_v = 3.13 \times 10^3\text{J/kgK}$ 、アボガドロ数は $N_A = 6.02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$ とする。
- (1) 温度は何 $^{\circ}\text{C}$ になったか。 (2) 容器内の圧力を求めよ。
 (3) 気体分子1個あたりの運動エネルギーは $(3/2)kT$ である。上の条件から $k = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/molK}$ であることを示せ。
- ⑥ 理想気体の分子1個あたりの運動エネルギーは $(3/2)kT$ である。次の間に答えよ。
- (1) 酸素1：窒素4の比で構成されている気体がある。 20°C における、この気体中の酸素分子と窒素分子の2乗平均速度(root mean square speed)の比を求めよ。ただし、分子量は O_2 が32、 N_2 が28である。
 (2) 太陽表面（温度 5800K ）でのHeの2乗平均速度を求めよ。
- ⑦ 熱伝導率が $2.2 \times 10^{-2}\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ 、厚さが 4cm の断熱板がある。この断熱板を使って箱をつくり、中に 10W のヒーターを入れて密封する。熱平衡に達したとき、箱の内外の温度差を 15°C に保つには、箱の表面積はいくらにすればよいか。
- ⑧ 大気圧 $1.01 \times 10^5\text{Pa}$ のもとで 100°C の水 1.00g （体積は 1.00cm^3 とする）を蒸発させた。以下の間に有効数字3桁で答えよ。
- (1) 体積が増加することによって水蒸気がした仕事はいくらか。
 (2) 水の気化熱が $2.26 \times 10^6\text{J/kg}$ だとすると、この過程で水が吸収した熱量は何 J か。