

2009年度 熱力学及び伝熱工学 試験問題(2010年2月5日実施)

以下の問題に解答しなさい。各問題につき1枚の解答用紙を使用すること。また、関数電卓がない場合、計算過程を詳細に記述すること。

- シリンダー内に理想気体を封入し、圧力を686 kPaに保って止め金でピストンを固定しておく。理想気体の体積は5.6 Lとする。
  - 装置全体を真空中に置き、止め金をはずして気体を膨張させ、体積をはじめの2倍のところで固定したとする。この系全体の内部エネルギー変化はいくらか。
  - このプロセスを真空中でなく、大気圧(101.3 kPa)のもとで行ったらどうか。但し、ピストンの質量と摩擦は無視し、装置と外界との間に熱の出入りはないものとする。
- 理想気体とみなした空気(比熱比 $\kappa=1.4$ 、気体定数 $R=287 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ) 1kgを圧力 $p_1=196 \text{ kPa}$ 、温度 $t_1=20^\circ\text{C}$ から、圧力 $p_2=1,078 \text{ kPa}$ までポリトロブ圧縮するとき、これに必要な圧縮仕事 $W$ 、工業仕事 $L$ 、このとき外部に捨てられる熱量 $Q$ を求めよ。但し、この系のポリトロブ指数は1.3とする。
- $100^\circ\text{C}$ の熱湯をアルミニウム製のやかんに入れて、室温 $15^\circ\text{C}$ の部屋に置いたときの放射熱量を求めよ。但し、やかんの表面積を $1,000 \text{ cm}^2$ とし、アルミニウムの放射率(黒度) $\varepsilon=0.05$ とする。また、ステファン・ボルツマン定数を $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{k}^4)$ とする。
- 空気が流れているガス管内に直角に鋼製保護管に入れた熱電対を挿入して管内温度を計測したところ $200^\circ\text{C}$ を示した。また別の熱電対で管内面の温度を計測したところ $130^\circ\text{C}$ であった。このときの空気の真の温度を計算せよ。但し、空気と保護管との間の境膜伝熱係数は $17.4 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 、保護管の黒度は0.9、ステファン・ボルツマン定数を $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{k}^4)$ とし、保護管とガス管との熱伝導は無視するものとする。
- カルノーサイクルとは何か?簡潔に説明せよ。
- 直径 $D$ 、長さ $L$ のスチール製の丸棒がある。この丸棒(初期温度 $\theta_1$ )を温度 $\theta_0$ の炉に入れ、 $t$ 時間後に到達する丸棒の温度 $\theta$ を求めよ。輻射による熱の授受は無視するものとする。またNu数が十分小さく、丸棒は十分に細長い内部に温度勾配は生じないものとする(直ちに均一温度となる)。丸棒の密度を $\rho$ 、丸棒の比熱を $c$ 、丸棒表面での熱伝達率を $h$ とする。

$\pi D L$

以上

$\frac{m}{\text{m}^2} \quad \text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{k} \quad \text{k}$