

熱力学と流体力学の基礎 レポート課題（熱力学分野）

注意事項：解答は各自紙(A4 が望ましい)に書いて,PDF または写真(JPG)のファイルとして, Classroom を使って提出してください。ファイル名は,「半角数字の学生番号_氏名_#」としてください。#の部分は, ファイルが複数の場合, 1 から始まる追番としてください。

(例: ファイルが 2 個の場合)1 個目: 0000_日大太郎_1.pdf 2 個目: 0000_日大太郎_2.pdf

提出されたファイルで採点を行います。読めないファイルは採点できませんので,解像度に注意してください。

また, 問題文中で特に断りが無い限り, 有効数字は 3 桁, 単位は SI 単位で解答しなさい。

問題 3~5 は計算過程が十分理解できるように記述のこと。なお, 必要な数値は教科書から採用せよ。

問題

1. 空欄に入る用語を答えなさい。【各 2 点×10=20 点】

・物体 A, B, C があり, 互いに熱的に接触可能な状態(熱を通す, つまり断熱でない)である。ただし互い以外の外界に対しては閉じている。A と B, B と C がそれぞれ (①) の状態にある場合, A と C も (①) である。これは「A, B, C の (②) が全て等しい」と言い換えることも可能である。これを熱力学第 0 法則という。

・ (②) の上昇とともに高いエネルギー状態の分子が増える。つまり, 分子がより活発に運動(並進, (③), 振動)したり, 固定された場所でより激しく振動したりすることを意味する。

・ 1 つの系の保有するエネルギーの総和, あるいは (④) は外部とのあいだに交換のない限り一定不変であり, 外部とのあいだに交換があれば授受した量だけ減少または増加する。交換は, 熱あるいは (⑤) の形でなされる。これを熱力学第 1 法則という。

・ (④) は (⑥) のひとつであり, その変化は経路によらない。熱および (⑤) は (⑥) ではなく, その値は経路の影響を受ける。

・ (⑦) とは熱力学的平衡状態を保ちながら進行する変化のことである。一般的な熱力学の適用範囲においては準静的変化と同等であり, 変化の各段階における非平衡は無限に (⑧) とされる。(⑦) ではエネルギー損失が発生しないため, 理論上得られる仕事が最大となる。

・ 比熱の値は, 本質的に温度によって変化する。絶対零度 (0K) においては比熱の値は (⑨) となる。変化しないとする気体を (⑩) の理想気体という。

2. 空欄に入る数字または単位を答えなさい。【各 2 点×10=20 点】

$$\cdot 1[\text{N}] = (\textcircled{1}) [\text{kgf}]$$

$$\cdot 1[\text{kg}] = (\textcircled{2}) [\text{lb}]$$

$$\cdot 1[\text{psi}] = (\textcircled{3}) [\text{Pa}]$$

$$\cdot 1 \times 10^6 [\text{Pa}] = 1 \times 10^6 \left[\frac{\text{N}}{(\textcircled{4})} \right] = \frac{1 \times 10^6}{(\textcircled{5})} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] = 1 [(\textcircled{6})]$$

$$\cdot \bar{R} [\text{J/mol K}] = \bar{R} \times (\textcircled{7}) \left[\frac{\text{J}}{\text{kmol K}} \right] \times \frac{1}{M} \left[\frac{\text{kmol}}{(\textcircled{8})} \right] = R \times (\textcircled{7}) \left[\frac{\text{J}}{(\textcircled{8}) \text{ K}} \right]$$

$$\cdot 1[\text{cc}] = 1[\text{cm}^3] = (\textcircled{9})[\text{mL}] = (\textcircled{10})[\text{L}]$$

※ L はリットルをさす

3. あるエンジンを一定温度に保つために、毎分 18 リットルの水で冷却している。入口の水温を 20 °C、出口での水温を 45 °C としたとき、エンジンの放熱量を求めよ。また、このエンジンの出力を 30 kW としたとき、投入されている熱量はいくらになるか求めよ。【各 5 点×2=10 点】

4. あるガスの定容比熱は 1.23 kJ/kg K である。このガス 0.5 kg を一定圧力のもとで加熱したところ、300 K から 600 K まで温度を上げるのに 210 kJ 必要だった。
このガスの定圧比熱、比熱比、分子量を求めよ。【各 5 点×3=15 点】

5. 空気を体積比で窒素 78%、酸素 21%、アルゴン 1% の混合ガスとしたとき、0.30 MPa、500 K の空気の各成分の質量分率、分圧および混合ガスの分子量、定容比熱を求めよ。【各 5 点×4=20 点】

6. 第一種永久機関が成立しない理由を書け。ただし文字数は 100 字以上とする。【15 点】