

「熱力学」中間テスト（担当：平山孝人）

[注意]

- ・ 問題数は4題（+ α ）。試験時間は60分。途中退室は認めない。
- ・ 問題文に出てくる物理量などの記号は、授業で用いたものと同じである。
- ・ 必要であれば以下の数値を用いよ。
 水の比熱：0.50 cal/gK, 氷の比熱：1.0 cal/gK, 氷の融解熱：80 cal/g, 水の気化熱：5.4 x 10² cal/g
 熱の仕事当量：4.2 J/cal, 気体定数：8.3 J/(mol K), 1 (気圧) = 1.0 x 10⁵ Pa

1. 以下の表はカルノーサイクルの順過程についてまとめたものである。表の中の空欄について、下記の問 (A) ~ (F) に答えよ。

段階	1	2	3	4
	a	b	c	d
状態	A → B	B → C	C → D	D → A
温度	T_A [e] T_B	[f] T_C [g] T_D	[h] T_A	
圧力	p_A [i] p_B	[j] p_C [k] p_D	[l] p_A	
体積	V_A [m] V_B	[n] V_C [o] V_D	[p] V_A	
仕事	[q]	[r]	[s]	[t]
熱量	[u]	[v]	[w]	[x]

- (A) 空欄 a ~ d に入る語句として正しい順番で左から並んでいるものを、以下の1 ~ 4から一つ選べ。

1. 等温膨張 断熱圧縮 等温圧縮 断熱膨張
2. 等温膨張 断熱膨張 等温圧縮 断熱圧縮
3. 断熱膨張 等温膨張 断熱圧縮 等温圧縮
4. 断熱膨張 等温膨張 等温圧縮 断熱圧縮

- (B) 空欄 e ~ h に入る記号として正しい順番で左から並んでいるものを、以下の1 ~ 8から一つ選べ。

- (C) 空欄 i ~ l に入る記号として正しい順番で左から並んでいるものを、以下の1 ~ 8から一つ選べ。

- (D) 空欄 m ~ p に入る記号として正しい順番で左から並んでいるものを、以下の1 ~ 8から一つ選べ。

1. ↗ ↘ ↘ ↗
2. ↘ ↗ ↗ ↘
3. ↗ ↗ ↘ ↘
4. ↘ ↘ ↗ ↗
5. ↗ = ↘ =
6. ↘ = ↗ =
7. = ↗ = ↘
8. = ↘ = ↗

- (E) 空欄 q ~ t に入る記号として正しい順番で左から並んでいるものを、以下の1 ~ 4から一つ選べ。

1. 外部にする 外部にする 外部からされる 外部からされる
2. 外部にする 外部からされる 何もしない 外部にする
3. 外部からされる 外部からされる 外部にする 外部にする
4. 外部からされる 外部にする 何もしない 外部にする

- (F) 空欄 u ~ x に入る記号として正しい順番で左から並んでいるものを、以下の1 ~ 3から一つ選べ。

1. やり取り無し 放出 やり取り無し 吸収
2. やり取り無し 吸収 やり取り無し 放出
3. 放出 やり取り無し 吸収 やり取り無し
4. 吸収 やり取り無し 放出 やり取り無し

2. 以下の問いに答えよ。

(A) $f = xy^3$ の全微分 df を求めよ。

(B) 体積と圧力を二つの独立変数として選んで、内部エネルギーの全微分 dE を求めよ。

3. 温度 300 K の理想気体が 2 mol ある。以下の問いに答えよ。解答の単位は J, 有効数字は 2 桁とせよ。

(A) 圧力を一定にしたまま温度を 350 K に上昇するために必要な仕事を求めよ。

(B) 温度を一定にしたまま体積を 2 倍にするために必要な仕事を求めよ。

4. 以下の問いに答えよ。

(A) $-10\text{ }^\circ\text{C}$ の氷 100 g を全て蒸発するのに必要な熱量を J の単位で求めよ。有効数字は 2 桁。

(B) カルノー機関の効率は $\eta_c = \frac{W}{Q} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ で求められる。この効率が 1 未満の値しか取らない理由を説明せよ。

(C) 断熱過程においてはポアソンの法則 $pV^\gamma = k$ がなりたつ ($\gamma = \frac{C_p}{C_v}$)。この式と理想気体の状態方程式を

用いて、 $TV^a = k'$ と $Tp^b = k''$ の a と b に入る数式を γ を用いて表せ。ただし、 k, k', k'' は定数である。

5. [オプション問題] この講義を批評せよ。この中間テストの問題および小テストに対するものでもよい。有意な内容の場合は加点する。無記入でも、何を書いても減点することはない。