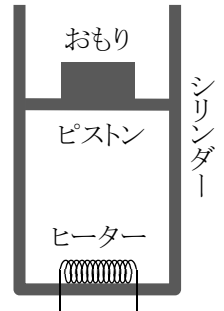


## 物理学Ⅱ 中間試験

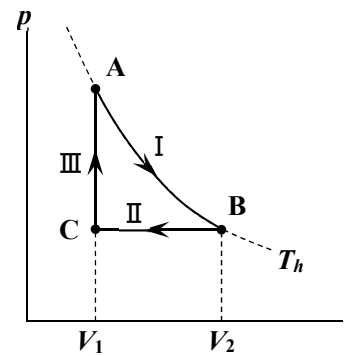
以下の設問にそれぞれ答え、解答を解答用紙に記入すること。計算過程も評価するので、できるだけ記入するように。気体定数  $R[\text{J/mol}\cdot\text{K}]$ 、真空の誘電率  $\epsilon_0[\text{F/m}]$ 、円周率  $\pi$  は記号のまま使用すること。

1. 図のように断面積  $S = 2.8 \times 10^{-3}[\text{m}^2]$  のシリンダーが真空中に置かれ、なめらかに動くピストンで  $n = 6[\text{mol}]$  の単原子分子理想気体が封入されている。シリンダーとピストンは断熱材でできており、外部との熱の出入りはないが、シリンダー内にはヒーターが置かれ、気体に熱を与えることができる。ピストンの上にはおもりが置かれている。おもりとピストンの合わせた質量が  $m = 10[\text{kg}]$  である。このヒーターから気体に  $Q = 18.4[\text{J}]$  の熱を与えると、ピストンは  $\Delta l = 5.0 \times 10^{-2}[\text{m}]$  だけ上昇した。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度  $g = 9.8[\text{m/s}^2]$  とする。



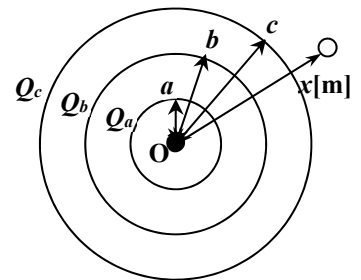
- (1) ピストンが上昇する間に気体がした仕事  $W$  を求めよ。
- (2) 気体の圧力  $p$  を求めよ。
- (3) 気体の内部エネルギーの変化量  $\Delta U$  を求めよ。
- (4) 気体の温度変化  $\Delta T$  を求めよ。

2. 2原子分子の理想気体  $n = 4[\text{mol}]$  を、図の  $A \rightarrow (\text{I 等温変化}) \rightarrow B \rightarrow (\text{II 等圧変化}) \rightarrow C \rightarrow (\text{III 等積変化}) \rightarrow A$  のように変化させる熱機関がある。  $V_1 = 0.5 \times 10^{-3}[\text{m}^3]$ 、  $V_2 = 1.0 \times 10^{-3}[\text{m}^3]$ 、  $T_h = 500[\text{K}]$  が与えられたとき、以下の問いに答えよ。ただし、  $\ln 2 = 0.7$ 、  $\ln 3 = 1.1$ 、  $\ln 5 = 1.6$  とする。



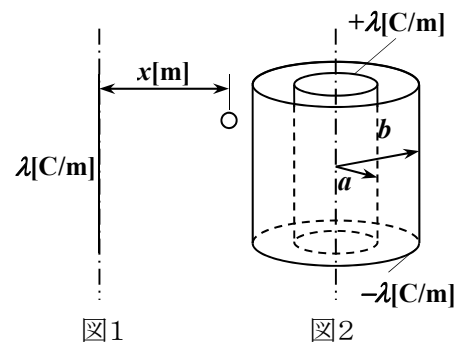
- (1) Cでの気体の温度  $T_c$  を求めよ。
- (2) I ~ IIIの各過程における、内部エネルギーの増加量  $\Delta U$ 、気体に与えられた仕事  $W$ 、気体に与えられた熱量  $Q$ 、エントロピーの増加量  $\Delta S$  を求め、解答用紙の表を埋めよ。
- (3) この熱機関1サイクルで気体が外部に行う仕事  $W_{\text{out}}$  を求めよ。
- (4)  $Q_1 \sim Q_m$  のうち正のものの合計を入力熱量、  $W_{\text{out}}$  を総仕事量と考えたとき、この熱機関の熱効率  $\eta$  を求めよ。

3. 互いに絶縁された3つの薄い(厚さを無視できる)金属球殻  $A, B, C$  が同心にあり、その半径は小さい方からそれぞれ順に  $a, b, c$  である。球殻の電荷の総量が、それぞれ  $Q_a, Q_b, Q_c$  (ただし、  $Q_a > Q_b > Q_c$ ) の場合、以下の問いに答えなさい。



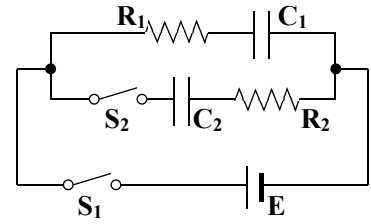
- (1) 球殻の中心から距離  $x[\text{m}]$  での電界の強さ  $E[\text{V/m}]$  を求めよ。また、距離  $x[\text{m}]$  と電界の強さ  $E[\text{V/m}]$  の関係をグラフに示せ。
- (2) 球殻の中心から距離  $x[\text{m}]$  での電位  $V[\text{V}]$  を求めよ。また、距離  $x[\text{m}]$  と電位  $V[\text{V}]$  の関係をグラフに示せ。
- (3) (2)の結果より、それぞれの球殻の電位  $V_a, V_b, V_c$  を答えよ。
- (4) このとき1番内側の球殻  $A$  を接地すると、一番外側の球殻  $C$  の電位はどれくらい減ることになるか。

4. 図1のように無限に長い直線上に分布した電荷が作る電界の強さから、図2のような円筒形コンデンサの単位長さあたりの電気容量を考える。以下の問いに答えなさい。



- (1) 図1の電荷が線密度  $\lambda[\text{C/m}]$  で一様に分布しているとき、この直線から距離  $x[\text{m}]$  の点に作る電界の強さ  $E[\text{V/m}]$  を求めよ。
- (2) 図2の中心軸から距離  $x[\text{m}]$  のところの電界の強さ  $E[\text{V/m}]$  を求めよ。また、距離  $x[\text{m}]$  と電界の強さ  $E[\text{V/m}]$  の関係をグラフに示せ。グラフには特徴を表す値を明記するように。
- (3) 図2の中心軸から距離  $x[\text{m}]$  のところの電位  $V[\text{V}]$  を求めよ。また、距離  $x[\text{m}]$  と電位  $V[\text{V}]$  の関係をグラフに示せ。グラフには特徴を表す値を明記するように。
- (4) 円筒形コンデンサの両極間の電位差  $V_{ab}[\text{V}]$  を求めよ。
- (5) 円筒形コンデンサの電気容量  $C[\text{F}]$  を求めよ。

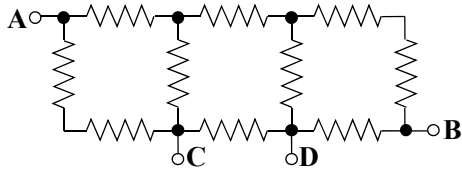
5. 図のように、起電力  $V[V]$  で内部抵抗の無視できる電池  $E$ 、抵抗値がそれぞれ  $2r[\Omega]$ 、 $3r[\Omega]$  の抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、容量がそれぞれ  $C[F]$ 、 $2C[F]$  のコンデンサ  $C_1$ 、 $C_2$  とスイッチを接続した。はじめ、 $S_1$ 、 $S_2$  は開かれており、コンデンサには電荷は蓄えられていない。このとき、以下の問いに答えなさい。



はじめにスイッチ  $S_1$  のみを閉じた。

- (1) スイッチ  $S_1$  を閉じた瞬間、抵抗  $R_1$  に流れる電流  $I_1$  を求めよ。
- (2) 十分に時間が経過した後、コンデンサ  $C_1$  に蓄えられる電荷  $Q_1$  と静電エネルギー  $U_1$  を求めよ。
- (3) この間に、抵抗  $R_1$  で発生したジュール熱  $W_1$  を求めよ。  
つぎに、 $S_1$  を開いてから  $S_2$  を閉じる。
- (4) スイッチ  $S_2$  を閉じた瞬間、抵抗  $R_2$  に流れる電流  $I_2$  を求めよ。
- (5) 十分に時間が経過した後、コンデンサ  $C_2$  に蓄えられる電荷  $Q_2$  と静電エネルギー  $U_2$  を求めよ。
- (6) この間に、抵抗  $R_2$  で発生したジュール熱  $W_2$  を求めよ。

6. 以下の回路について、それぞれの問いに答えよ。ただし、図中のすべての抵抗は  $40[\Omega]$  とする。



- (1)  $AB$  間の合成抵抗を求めよ。
- (2)  $A$  に  $15[V]$  の直流電源を、 $B$  に  $GND$  を接続したとき、端子  $C$  および端子  $D$  の出力電圧を求めよ。

7. 感想等を書いて下さい。

# 物理学Ⅱ 中間試験 解答用紙

クラス: \_\_\_\_\_ 組 番号: \_\_\_\_\_ 氏名: \_\_\_\_\_

1.  
(1)

(2)

(3)

(4)

2.  
(1)

(2)

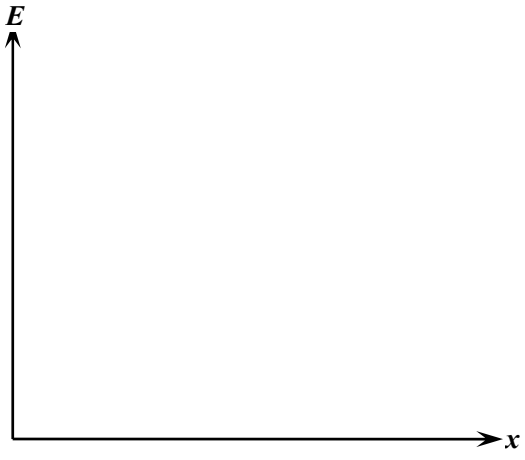
	I	II	III
$\Delta U$ [kJ]			
$W$ [kJ]			
$Q$ [kJ]			
$\Delta S$ [J/K]			

(3)

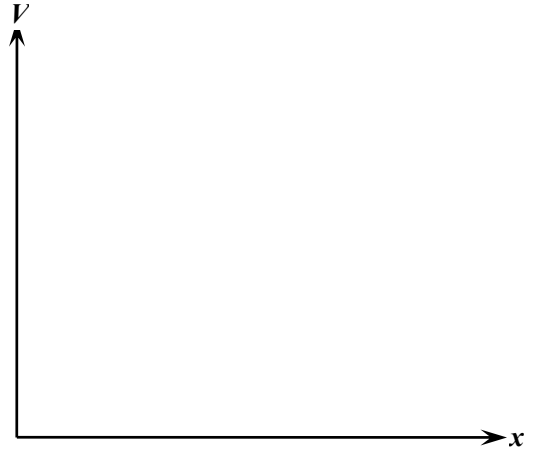
(4)

3.

(1)



(2)

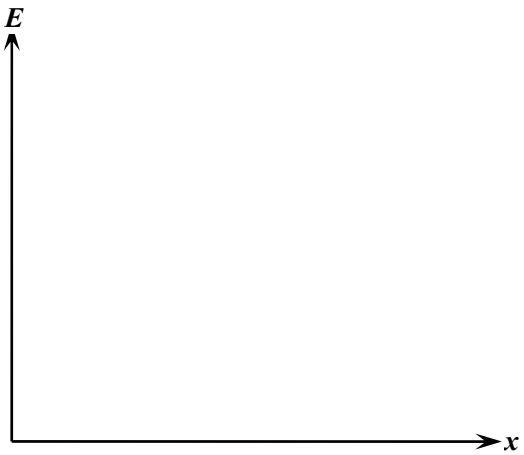


(3)

(4)

4.  
(1)

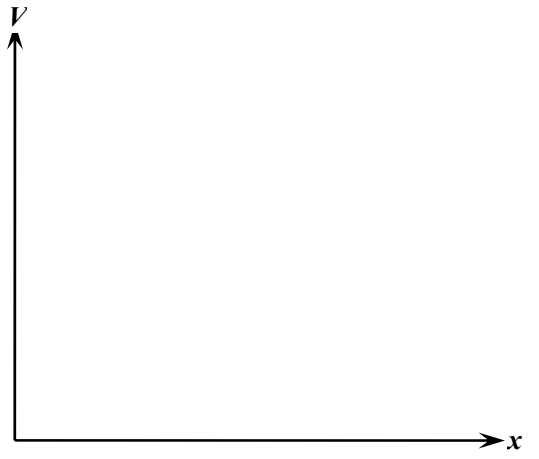
(2)



(3)

(4)

(5)



5.  
(1)

(4)

(2)

(5)

(3)

(6)

6.  
(1)

(2)

7.