

物理のこれだけはできないと「やばい」問題集

No.17

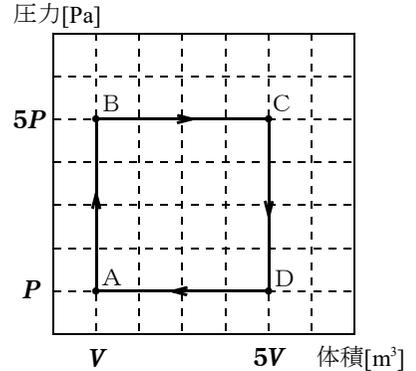
熱機関編

フツリヨキワメ

1 次の文章を読み、各問いに答えよ。

単原子分子理想気体を容器内に封入し、縦軸を圧力、横軸を体積とした下のグラフのように状態をA→B→C→D→Aの順に変化させた。これを1サイクルという。ただし、状態Aの温度を T [K] とする。

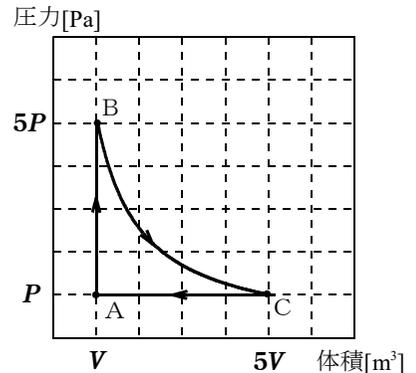
- (1) 状態B, C, Dでの気体の温度を求めよ。
- (2) 容器内の気体がした仕事の合計を求めよ。
- (3) 容器内の気体がされた仕事の合計を求めよ。
- (4) 過程A→Bで、気体が得た熱量を求めよ。
- (5) 過程B→Cで、気体が得た熱量を求めよ。
- (6) 過程C→Dで、気体が放出した熱量を求めよ。
- (7) 過程D→Aで、気体が放出した熱量を求めよ。
- (8) このサイクルの熱効率を求めよ。



2 次の文章を読み、各問いに答えよ。

単原子分子理想気体を容器内に封入し、縦軸を圧力、横軸を体積とした下のグラフのように状態をA→B→C→Aの順に変化させた。これを1サイクルという。ただし、状態Aの温度を T [K]、状態B→Cで気体が得た熱量を Q [J] とする。

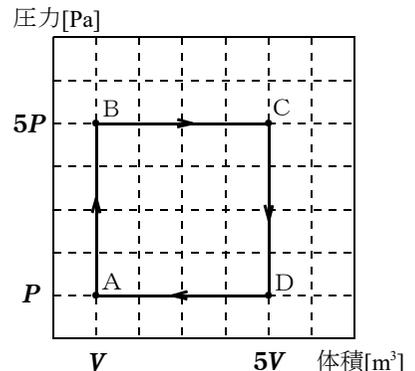
- (1) 状態B, Cでの気体の温度を求めよ。
- (2) 状態A→Bで気体が得た熱量と気体がした仕事を求めよ。
- (3) 状態B→Cで気体がした仕事を求めよ。
- (4) 状態C→Aで気体が放出した熱量と気体がされた仕事を求めよ。
- (5) このサイクルの熱効率を求めよ。



3 次の文章を読み、各問いに答えよ。ただし、気体定数を R [J/mol·K] とする。

理想気体 n [mol] を容器内に封入し、縦軸を圧力、横軸を体積とした下のグラフのように状態をA→B→C→D→Aの順に変化させた。ただし、状態Aの温度を T [K]、定圧モル比熱を C_P [J/mol·K]、定積モル比熱を C_V [J/mol·K] とする。

- (1) 状態A→Bで気体が得た熱量を求めよ。
- (2) 状態B→Cで気体が得た熱量を求めよ。
- (3) 状態C→Dで気体が失った熱量を求めよ。
- (4) 状態D→Aで気体が失った熱量を求めよ。
- (5) 熱効率を求めよ。



【チャレンジ問題】

4 次の文章を読み、各問いに答えよ。【09愛媛大】

単原子分子の理想気体 n [mol] を用いて、図1、図2、図3に示す状態変化を1サイクルとする3種類の熱機関を考える。これらの熱機関は1サイクルで、外部から熱量 Q_1 [J] を吸収し、外部に仕事 W [J] を行い、外部に熱量 Q_2 [J] を放出する。状態Aの圧力を p_1 [Pa]、体積を V_1 [m³] とするとき、以下の問いに答えよ。

ただし、気体定数を R [J/mol·K] とする。気体の定積モル比熱は $\frac{3}{2}R$ 、定圧モル比熱は $\frac{5}{2}R$ である。

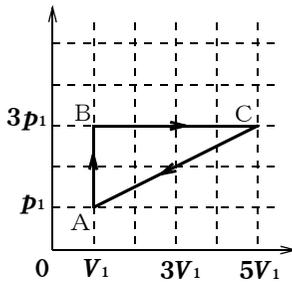
問1 図1のA→B→C→Aの1サイクルの状態変化を考える。

- (1) 状態A, B, Cの各状態での温度 T_A, T_B, T_C [K] を n, R, p_1, V_1 を用いて表せ。
- (2) A→B, B→C, C→Aの各過程で熱の移動はどうなるか。次の中から選び記号で答えよ。
(ア) 気体は熱を吸収する (イ) 気体は熱を放出する (ウ) 気体への熱の移動はない
- (3) (2)の各過程で移動した熱の大きさを p_1, V_1 を用いて表せ。熱の移動がないときは0と記せ。
- (4) 1サイクルで気体が外部にした仕事を p_1, V_1 を用いて表せ。

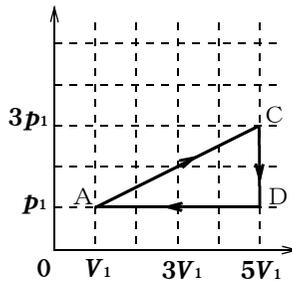
問2 図2のA→C→D→Aの1サイクルで気体が外部から吸収した熱量 Q_1 を p_1, V_1 を用いて表せ。

問3 図3のA→B→E→F→Aの1サイクルで気体が外部から吸収した熱量 Q_1 を p_1, V_1 を用いて表せ。

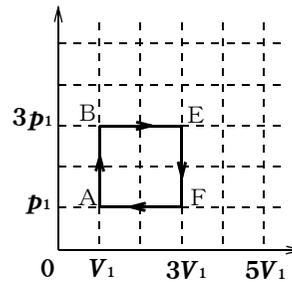
問4 図1、図2、図3の熱機関の効率をそれぞれ e_1, e_2, e_3 とするとき、これらの大小関係はどうなるか。



(図1)



(図2)



(図3)

5 次の文章を読み、各問いに答えよ。【10信州大】

図に示すように、断熱材で作られた断面積が S [m²] のシリンダー内に、なめらかに動く断熱材で作られた質量の無視できるピストンが備わっており、シリンダー内部には 1 [mol] の単原子分子理想気体が閉じ込められている。また、シリンダー内には、熱容量および体積の無視できるヒーターとクーラーが取り付けられている。大気圧は p_0 [Pa] である。はじめシリンダー内部の圧力は p_0 [Pa]、ピストンの高さが L [m] であり、ピストンは熱容量および体積の無視できるストッパーで支えられ、ピストンの上部に質量 M [kg] のおもりがのっている (状態1)。ヒーターでゆっくり加熱したところ、シリンダー内部の圧力が p_1 [Pa] になったときにピストンは動き始めた。そして、ピストンの高さが $2L$ [m] となったところで加熱を停止した (状態2)。次に、ピストンをストッパーで支え、シリンダー内部の圧力が p_0 [Pa] となるまでゆっくり冷却した (状態3)。その後、ピストン上部のおもりおよびストッパーを順に取り除き、ゆっくりと冷却を続け、ピストンの高さを L [m] となったところで冷却を停止した (状態4)。気体定数を R [J/mol·K]、重力加速度を g [m/s²] とする。

- (1) 状態1での温度を求めよ。
- (2) 圧力 p_1 を求めよ。
- (3) 状態1からピストンが動き始めるまでにヒーターが加えた熱量を求めよ。
- (4) 状態2での温度を求めよ。
- (5) 状態1から状態2の過程においてピストンが動き始めてから静止するまでに加えた熱量を求めよ。
- (6) 理想気体の状態1から状態4までの変化を p - V グラフに描け。
- (7) 状態1から状態4までの過程を1サイクルとみなしたとき、熱効率を求めよ。

