

2026年4月入学
九州工業大学大学院工学府博士前期課程
一般選抜 第2回(一般型)

工学専攻 分野5
(宇宙システム工学コース)

物 理

2025年11月22日(土)
13:00~15:00

注意事項

- 開始の合図があるまで、この面を上にして本紙を閉じておくこと
- 開始の合図後、解答用紙が問題数分揃っているかを確認し、不備があれば
挙手して監督者に速やかに伝えること
- すべての解答用紙の所定欄に受験番号を記入すること
- 問題ごとに指定の解答用紙に解答すること
- 終了後、解答用紙のみを回収するので、指示に従うこと
- 本紙は持ち帰ってよい

質量 M 、長さ L の一様な棒を図のように鉛直な壁と水平な床にたてかける。床に対する棒の静止摩擦係数を μ_x とし、棒と床がなす角を θ とする。 θ を小さくしていったとき、棒が滑り出す直前の角度を θ_c とするとき、以下の問いに答えよ。ただし壁はなめらかとし、重力加速度は g とする。

- (1) 壁と床からの抗力をそれぞれ R_x 、 R_y としたとき、滑り出す直前の鉛直方向、水平方向それぞれでの、力のつり合いの式を示せ。
- (2) 滑り出す直前の下端 (A 点) まわりのモーメントを求めた上で、それらの関係を式で示せ。
- (3) θ_c を μ_x を用いて示せ。

摩擦のないピストンのついたシリンダー中の理想気体の状態を変化させた。その際に行った熱力学的操作に関する以下の各設問に解答せよ。気体の量を n [mol]、気体定数を R [J/mol K]、定積モル比熱を C_v 、定圧モル比熱を C_p とし、これらの記号および圧力、体積、温度を表す添字付きの P [Pa]、 V [m³]、 T [K] を用いて単位をつけて解答せよ。導出過程において他の記号を必要とする場合は、定義を行った上で使用し、導出結果には用いないこと。

- (1) n [mol] の理想気体について、状態 A (P_1 [Pa]、 T_1 [K]、 V_1 [m³]) から状態 B (P_2 [Pa]、 T_2 [K]、 V_2 [m³]) へ準静的に膨張させたとき、この気体が外部にした仕事 W_1 を導出せよ。ただし $P_1 > P_2$ 、 $V_1 < V_2$ 、 $T_1 = T_2$ とする。解答の導出は、ピストンの面積を a 、 x 軸方向に移動するピストンの移動の始点を b_1 、終点を b_2 とした以下の式から開始し、 a 、 x 、 b_1 、 b_2 の各記号は導出結果には用いないこと。

$$\int_{b_1}^{b_2} Pa \, dx$$

- (2) n [mol] の理想気体について、状態 B (P_2 [Pa]、 T_2 [K]、 V_2 [m³]) から状態 C (P_3 [Pa]、 T_3 [K]、 V_3 [m³]) へ準静的に断熱膨張させたとき、この気体が外部にした仕事 W_2 を導出せよ。ただし $P_2 > P_3$ 、 $V_2 < V_3$ とする。解答の導出は、ピストンの面積を a 、 x 軸方向に移動するピストンの移動の始点を b_2 、終点を b_3 とした以下の式から開始し、 a 、 x 、 b_2 、 b_3 の各記号は導出結果には用いないこと。

$$\int_{b_2}^{b_3} Pa \, dx$$

- (3) 設問 (1) における気体の内部エネルギー変化を求めよ。
- (4) 設問 (2) における気体の内部エネルギー変化を求めよ。
- (5) 設問 (1) において気体が吸収した熱量を求めよ。
- (6) 設問 (2) において気体が吸収した熱量を求めよ。

図に示すように面積 A 、電極板間隔 d の平行平板電極がある。電源を接続し電圧 V_0 を印加して電極表面を電荷 Q で帯電させた後、電源を取り外した。その後、平板電極間の図に示す位置に厚さ t の誘電体が挿入され、誘電体の表面には誘導電荷 q が誘起された。電極板は非常に広く電極板間隔は十分小さいものとする。このとき、以下の設問に平行平板電極の面積 A 、電極板間隔 d 、誘電体の厚さ t 、誘電体の誘電率 ε 、真空中の誘電率 ε_0 、電荷 Q 、誘導電荷 q のいずれかのみ（導出過程において変数・係数を定義してもよいが、最終解答には使用しないこと）を用いて答えなさい。導出の過程は省略せず、明瞭に記述すること。

- (1) 誘電体を挿入する前の平行平板電極間の任意の位置 x における電場の大きさを、ガウスの法則を用いて積分することによって導出しなさい。さらに電場の向きを図中の座標軸の定義に従って答えなさい。
- (2) 誘電体を挿入した後の誘電体内部の任意の位置 x における電場の大きさを、ガウスの法則を用いて積分することによって導出しなさい。さらに電場の向きを図中の座標軸の定義に従って答えなさい。
- (3) 設問(1)および(2)の解答を用い、積分経路に沿って積分することにより、図に示す誘電体を含む平行平板電極間の電位差を導出しなさい。
- (4) 設問(3)の解答を用いて、誘電体を含む平行平板電極のコンデンサーの電気容量を導出しなさい。

