

令和7年度
室蘭工業大学理工学部
編入学試験(一般入試 第1次募集)

学力試験問題

システム理化学科

物理物質システムコース

専門科目

物理学

注 意 事 項

1. 監督員から試験開始の指示があるまで, この問題冊子を開いてはいけません.
2. 問題冊子は, この表紙を含めて3頁です. 試験開始後に落丁や印刷の不良に気がついた場合は, 直ちに監督員に申し出てください.
3. 答案用紙は3枚あります. すべての答案用紙の所定の欄に受験番号を必ず記入してください. 答案用紙に氏名を記入してはいけません.
4. 答案用紙は問題用紙に [] で示されている問題番号に対して1枚使用してください. 解答した問題番号をその答案用紙の [] 内に記入して下さい.
5. 試験終了後, 答案用紙3枚すべてを提出してください. 問題冊子と草案用紙は持ち帰って構いません.

専門科目 物理学

[1] 下記の問い(1)～(3)に答えよ。(75 点)

三次元空間において、ある保存力 $\mathbf{F}$ のポテンシャルが、座標と正の定数 k を用いて

$$U = \frac{1}{2}k(x^2 + y^2 + z^2)$$

で示されるとき、以下の問に答えよ。

- (1) 質量 m の物体を原点から x 軸の方向に向かって速度 v で撃ち出した。このとき物体が最初に停止する座標を示せ。
- (2) この保存力 $\mathbf{F}$ の x , y , z 軸方向の成分 F_x , F_y , F_z を示せ。
- (3) この保存力はどのような力だと考えられるか簡単に述べよ。

[2] 下記の問い(1)～(5)に答えよ。(75 点)

- (1) タイヤを除く車体の重量が 1200 kg の乗用車にゴムタイヤ 4 本が装着されている。このタイヤ 1 本の接地面積はどれも 120 cm² であった。荷重は 4 本のタイヤに均一にかかっているとした場合、タイヤ内の空気圧はいくらになるか、パスカル:Pa の単位で答えよ。ただし、重力加速度 g を簡単のために $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ と近似して計算せよ。
- (2) 理想気体とみなせるある気体の定圧モル比熱が $29 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ であった。この気体の定積モル比熱はいくらになると推定できるか答えよ。もし必要があれば、気体定数を $R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とせよ。
- (3) 低温熱源の温度を 300 K に設定した可逆熱機関において、効率が 40 % であった。このときの高温熱源は何 K に設定されているか答えよ。
- (4) ある系の温度が 300 K のときに、この系に 60 J の熱が準静的に流入したときの系のエントロピー変化が ΔS_1 であったとする。この系が 10 K にあるときに、同じく 60 J の熱が準静的に流入した場合の系のエントロピー変化 ΔS_2 を ΔS_1 を用いて表せ。
- (5) 熱力学第2法則には様々な表現方法があるが、一つを取り上げて述べよ。

[3] 下記の問い (1)~(4)に答えよ. 真空の誘電率(電気定数)を ϵ_0 とする. (75 点)

- (1) 図 1 のように, 1 辺の長さが a の正三角形 ABC の点 A, B に電荷量 $+Q$ の点電荷を置き, 点 C に $-Q$ の点電荷を置くと, 点 A の点電荷に働くクーロン力の大きさと向きを答えよ.

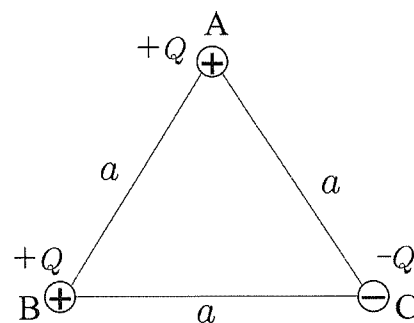


図 1

- (2) 図 2 のように $3\mu\text{F}$ のコンデンサ 5 個を直列に, $7\mu\text{F}$ のコンデンサ 2 個を直列に接続し, それらを並列接続するとき, この 7 個のコンデンサによる AB 間の合成静電容量を答えよ.

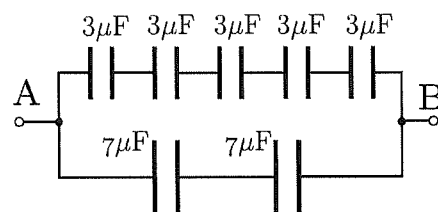


図 2

- (3) 抵抗値 R の抵抗と抵抗値 x の抵抗を図 3 のように接続したとき, この 3 個の抵抗による AB 間の合成抵抗値が x になるとする. このときの抵抗値 x を, R を用いて表せ.

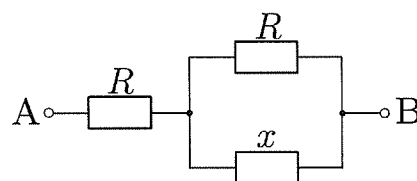


図 3

- (4) 半径 a の球表面に一様な電荷密度 σ で電荷が分布しているとき, 球中心から r の距離における電場の大きさ $E(r)$ をガウスの法則を用いて求めよ.

2025(令和 7)年度

室蘭工業大学 理工学部

編入学一般入試（第 1 次募集）

システム理化学科 物理物質システムコース

学力試験問題

専門科目（物理学）

解答例

試験科目名	物理学	解答例
-------	-----	-----

[1]

- (1) 力学的エネルギー保存の法則から、原点ではポテンシャルがゼロ、停止位置では運動エネルギーがゼロとなるので

$$\frac{1}{2}mv^2 + 0 = 0 + \frac{1}{2}kx^2$$

k は正の定数であるので、停止位置の座標 x は

$$x = \sqrt{\frac{m}{k}}v$$

(2) $F_x = -\frac{\partial U}{\partial x}$

$$F_y = -\frac{\partial U}{\partial y}$$

$$F_z = -\frac{\partial U}{\partial z}$$

より

$$F_x = -kx, F_y = -ky, F_z = -kz$$

- (3) 原点から距離に比例する引力

[2]

- (1) 空気圧を p とすると,

$$p = \frac{1200 \times 10}{4 \times 120 \times 10^{-4}} = 25 \times 10^4 \text{ Pa} = 250 \text{ kPa}$$

- (2) 理想気体ではマイヤーの関係式が成り立つので, 定積モル比熱 C_V は

$$C_V = C_p - R = 29 - 8.3 = 20.7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

- (3) 可逆熱機関であるから, $\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$ が成立する. この式から, 高温熱源の温度 T_2 は,

$$T_2 = \frac{T_1}{1 - \eta} = \frac{300}{1 - 0.4} = \frac{300}{0.6} = 500 \text{ K}$$

- (4) 準静的過程であれば, 系に Q の熱が流入したときのエントロピー変化は $\Delta S = \frac{Q}{T}$ で与えられるので,

$$\Delta S_2 = \frac{60}{10} = \frac{60}{300} \times 30 = 30 \Delta S_1$$

- (5) 解答例:

- ある系にサイクルを行わせ, 温度が一定のただ一つの熱源から熱をとって, それと等量の仕事を外部にさせることは不可能である.
- 低温の物体から高温の物体に熱を移すだけで, それ以外には何の変化も残さないような過程は実現不可能である.
- 第二種永久機関は実現不可能である.

[3]

(1) クーロン力の大きさ F は

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a^2}$$

向きは正三角形の底辺に平行方向で右向きとなる。

(2) 5個直列接続された $3\mu\text{F}$ のコンデンサの合成静電容量は $\frac{3}{5}\mu\text{F}$ で、
2個直列接続された $7\mu\text{F}$ のコンデンサの合成静電容量は $\frac{7}{2}\mu\text{F}$ であるので、
AB間の合成静電容量 C は $C = \frac{41}{10}\mu\text{F} = 4.1\mu\text{F}$ となる。

(3) 並列接続された R と x の2個の合成抵抗は $\frac{xR}{x+R}$ であり、これに R を加えたものが x となるから
 $\frac{xR}{x+R} + R = x$ であり、この x に関する2次方程式を解いて、

$x > 0$ より $x = \frac{\sqrt{5}-1}{2}R$ となる。

(4) ガウスの法則 $\int_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$ において $r < a$ のとき $Q=0$ であるから電場 $E(r)$ は $E(r)=0$ 。

$r \geq a$ のときは、 $Q=4\pi a^2 \sigma$ であるから、電場 $E(r)$ は $E(r) = \frac{\sigma a^2}{\epsilon_0 r^2}$

2025(令和 7)年度

室蘭工業大学 理工学部

編入学一般入試（第 1 次募集）

システム理化学科 物理物質システムコース

学力試験問題

専門科目（物理学）

出題意図

専門科目（物理学）

問題番号	出題意図
[1]	力学の基礎知識である保存力の扱い方や保存力の記述方法などを問う。
[2]	熱力学の基礎知識である圧力や比熱の正しい理解，理想気体の性質，熱機関の性質，系のエントロピー変化，熱力学法則などについての知識を問う。
[3]	電磁気学の基礎知識を問う。 (1) 正負電荷によるクーロン力の合力についての知識を問う。 (2) 複数コンデンサの合成静電容量についての知識を問う。 (3) 抵抗を複数接続した場合の合成電気抵抗値についての知識を問う。 (4) 電荷が作る電場とガウスの法則についての知識を問う。