令和8年度
室蘭工業大学理工学部
編入学試験(一般入試 第2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合図があるまで，この問題冊子を開いてはいけません．
2. 問題冊子は，この**表紙を含め合計4枚**あります．試験開始後，問題用紙の不足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 枚です．大問**[1]**, **[2]**, **[3]**の解答をそれぞれ所定の答案用紙に記入してください．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. 試験終了後，すべての答案用紙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．

[1] 1609 年，ケプラーは「面積速度一定の法則」を提案した．これは，惑星と太陽を結ぶ線分が単位時間に掃く面積は一定であるという法則である．この法則は，極座標 (r, θ) を用いることで直交座標 (x, y) よりも簡潔に表現できる．ニュートンの運動方程式から出発し，面積速度一定の法則を導出しよう．(75 点)

惑星の質量を m，太陽との万有引力ポテンシャルを $U = U(r)$ とする．ここで，太陽を原点に固定し，惑星太陽間距離を $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ とした．直交座標を用いると，惑星の運動方程式は以下のように表せる．

$$m\ddot{x} = -\frac{\partial U}{\partial x}, \quad m\ddot{y} = -\frac{\partial U}{\partial y}$$

ここで，ドット記号は時間微分を意味し，一階微分と二階微分を，それぞれ $\dot{X} = dX/dt$，$\ddot{X} = d^2X/dt^2$ と表す．この方程式に対し，座標変換を施す．

(1) 直交座標と極座標は $(x, y) = (r\cos\theta, r\sin\theta)$ の関係にある．$\dot{x}$ と $\dot{y}$ を r，θ を用いて表せ．ただし，r，θ は時間の関数である．

(2) 極座標を用いると，惑星の運動方程式は以下のように変換される．

$$m\left(\ddot{r}\cos\theta - 2\dot{r}\dot{\theta}\sin\theta - r\ddot{\theta}\sin\theta - r\dot{\theta}^2\cos\theta\right) = -\cos\theta\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{\sin\theta}{r}\frac{\partial U}{\partial \theta} \quad \cdots \text{(A)}$$

$$m\left(\ddot{r}\sin\theta + 2\dot{r}\dot{\theta}\cos\theta + r\ddot{\theta}\cos\theta - r\dot{\theta}^2\sin\theta\right) = -\sin\theta\frac{\partial U}{\partial r} - \frac{\cos\theta}{r}\frac{\partial U}{\partial \theta} \quad \cdots \text{(B)}$$

$\text{(A)} \times (-\sin\theta) + \text{(B)} \times \cos\theta$ を計算することにより，以下の方程式を導出せよ．

$$m\left(2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta}\right) = -\frac{1}{r}\frac{\partial U}{\partial \theta}$$

(3) U が θ によらないことを考慮し，面積速度 $S = r^2\dot{\theta}/2$ が時間によらない定数であることを示せ．

[2] 下記の問い(1)〜(5)に答えよ．(75 点)

(1) ある気体が容器に入れられている状況を考える．この系の体積，圧力，温度，エントロピーを示量変数と示強変数に分類せよ．また，これら以外の示量変数を一つ示せ．

(2) 理想気体とみなせるある気体 1 mol が，27 ℃の一定温度の下で体積が 1 L から 2 L に準静的に膨張した．このとき，系が外界に対してした仕事 W はいくらか，J の単位で答えよ．必要があれば，気体定数 $R = 8.3\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$，$\ln 2 = 0.69$(ここで，ln は自然対数)と近似して計算せよ．

(3) 温度を横軸に，圧力を縦軸に設定した水の相図(状態図)の特徴について自由に述べよ．

(4) 一般的に，物理的あるいは化学的事象が不可逆に起こった時，系と外界のエントロピーの総和は減少するか増加するか，それとも一定かについて答えよ．

(5) 一般的に内部エネルギーU の全微分は $\mathrm{d}U = T\mathrm{d}S - p\mathrm{d}V$で与えられる．また，エンタルピー$H$は $H = U + pV$で定義される．エンタルピーの全微分 $\mathrm{d}H$を，エントロピーSと圧力 p を変数として表せ($\mathrm{d}S$ と $\mathrm{d}p$ を用いて表せ)．

[3] 以下の問 (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 と正三角形 ABC の重心 G に電荷量$+Q$の点電荷を置くとき，重心 G の点電荷に働くクーロン力Fの大きさと向きを答えよ．

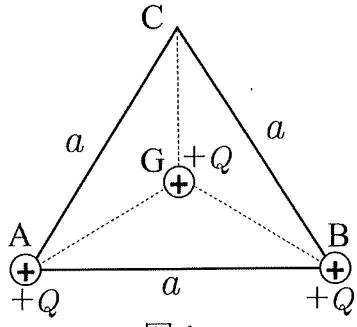

図 1

(2) 問(1)において図 1 の点 C に点電荷を置いて，重心 G の点電荷に働くクーロン力を打ち消してゼロにするとき，点 C に置く点電荷の電荷量を答えよ．

(3) 面電荷密度がσで一様に電荷が分布している無限に広い平面状電荷があるとき，この平面状電荷からの距離rの位置における電場の大きさをガウスの法則を用いて求めよ．

(4) 図 2 のように，抵抗値がR_1, R_2, R_3の抵抗 3 個を並列に接続して起電力Vの電源を接続して強さIの電流を流す．並列に接続された抵抗値R_1，R_2，R_3の抵抗 3 個の合成抵抗値をRとするとき，Rの逆数が$\dfrac{1}{R}=\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{1}{R_3}$となることを示せ．

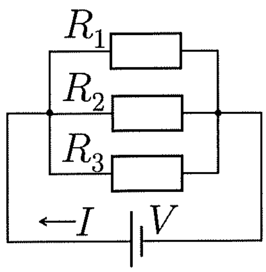

図 2

2026(令和 8)年度

室蘭工業大学理工学部

編入学一般入試（第 2 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]	中心力による惑星の運動に関して、 (1)では速度を極座標で表すことを問い、 (2)では極座標表示の運動方程式の導出を問い、 (3)では面積速度一定の導出を問う.
[2]	(1) 熱力学で用いられる基本的用語の理解度を問う. (2) 熱力学における仕事の概念と計算方法, 単位についての理解度を問う. (3) 相図の特徴と水の性質に関する理解度を問う. (4) エントロピー増大の法則について正しく理解しているかを確認する. (5) 全微分の概念の理解度と, 具体的に熱力学に適用した計算能力の有無を問う.
[3]	(1), (2) クーロン力に関する知識を問う. (3) 電場とガウスの法則に関する知識を問う. (4) オームの法則に関する知識を問う.

2026(令和 8)年度

室蘭工業大学理工学部

編入学一般入試（第 2 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

2025 年 11 月 1 日　実施

[1]

(1)

$$\dot{x} = \dot{r}\cos\theta - r\dot{\theta}\sin\theta, \dot{y} = \dot{r}\sin\theta + r\dot{\theta}\cos\theta$$

(2)

題意に従い計算する. 三角関数の公式を使う.

(3)

(2)より, $2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta} = 0$ が成立する. この関係式を用いると, 以下のように S が一定であることが示される.

$$\frac{dS}{dt} = r\dot{r}\dot{\theta} + \frac{r^2\ddot{\theta}}{2} = \frac{r}{2}\left(2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta}\right) = 0$$

[2]

(1)

体積, エントロピー:示量変数

圧力, 温度:示強変数

これら以外の示量変数:内部エネルギー, エンタルピーなど

(2)

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p\mathrm{d}V = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V}\mathrm{d}V = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = 1 \times 8.3 \times 300 \times \ln 2 = 1.7\ \mathrm{kJ}$$

(3)

三重点における温度は 0.01 ℃, 圧力は約 611.7 Pa である.

1 気圧(1013.25 hPa)における融解曲線は 0.00 ℃の点を通り, 蒸気圧曲線は 100.00 ℃の点を通る.

融解曲線は, 左上りの線である(極端な高圧でなければ).

臨界点における温度は約 373.9 ℃, 圧力は約 22.1 MPa である.

2 項目程度を正しく記していたら満点とする.

(4)

増加する.

(5)

$$\mathrm{d}H = \mathrm{d}U + p\mathrm{d}V + Vdp = T\mathrm{d}S - p\mathrm{d}V + p\mathrm{d}V + Vdp = T\mathrm{d}S + Vdp$$

[3]

(1)

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}a\cdot\frac{2}{3}\right)^2}\times\cos\frac{\pi}{3}\times 2 = \frac{3}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2}{a^2}$$

F の向きは G→C

(2)

点 C に置く点電荷の電荷量は$+Q$

(3)

底面積が S で, その底面が平面状電荷に平行な円柱表面を面積分の範囲とすると, ガウスの法則より面積分は $E(r)\cdot 2S$ となり, 総電荷量は σS であるから求める電場 $E(r)$ は $E(r)=\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ と求められる.

(4)

抵抗値 R_1, R_2, R_3 の抵抗を流れる電流をそれぞれ

I_1, I_2, I_3 とすると $I_1=\dfrac{V}{R_1}, I_2=\dfrac{V}{R_2}, I_3=\dfrac{V}{R_3}$ であるから, 電流の強さ I は,

$$I=\frac{V}{R}=I_1+I_2+I_3=\frac{V}{R_1}+\frac{V}{R_2}+\frac{V}{R_3}=V\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}\right)$$ となる.

したがって, $\dfrac{1}{R}=\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{1}{R_3}$