

早稲田大学大学院 基幹理工学研究科
修士課程 入試問題の訂正内容

<2025年9月・2026年4月入学 基幹理工学研究科 電子物理システム学専攻>

【専門科目】

●問題冊子4ページ 問題番号 2 本文4行目

(誤)

$x = 0$ の時(P点とO点が一致)に生じる磁場の大きさ H を求めよ。

(正)

$x = 0$ の時(P点とO点が一致)のO点に生じる磁場の大きさを求めよ。

以上

2025年9月・2026年4月入学試験

大学院基幹理工学研究科修士課程

電子物理システム学専攻

問題表紙

- ◎問題表紙を除いて，問題用紙が6ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎解答用紙が6枚綴りが1組あることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎すべての解答用紙の所定欄に受験番号・氏名を必ず記入しなさい。
- ◎解答用紙の裏面は使用できません。

2025年9月・2026年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

科目名: 力学 (その1)問題番号 1

問1 図1に示すような半径 α の半円筒面上を運動する質量 m の質点を考える。 xz 平面と x 軸と質点を最短で結ぶ線分とのなす角を θ (図2)、重力加速度の大きさを g 、重力の向きは $-z$ 方向とする。摩擦及び空気抵抗は無視できるものとして、以下の問に答えよ。

- (1) θ と x を一般化座標として質点の座標 (x, y, z) を表せ。
- (2) 質点のラグランジアンを θ と x を用いて表せ。
- (3) 質点に対するラグランジュ方程式を具体的に書き下せ。

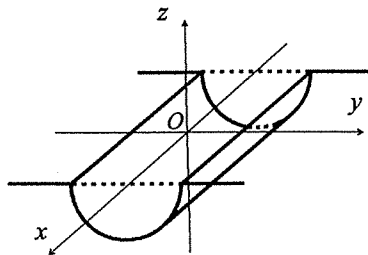


図1

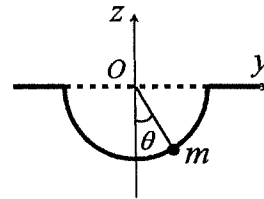


図2

次に、図3に示すように半円筒を x 軸から β だけ傾けた場合、以下の問に答えよ。

- (4) 質点の一般化運動量 p_θ と p_x を θ と x を用いて表し、ハミルトニアンを求めよ。
- (5) 質点に対するハミルトンの正準方程式を具体的に書き下せ。

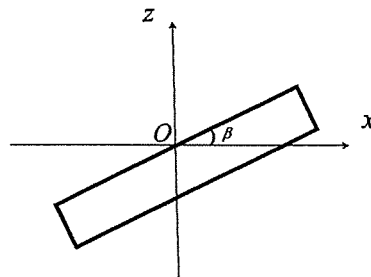


図3

問2 中心力場内を運動する質点の角運動量を l とし、そのデカルト成分をそれぞれ l_x, l_y, l_z 、ハミルトニアンを H とすると、ポアソン括弧式 $[l_x, H]$ が0になることを示せ。

2025年9月・2026年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

科目名: 力学 (その2)

問題番号 2

問1 1次元粒子が, 時間依存 Schrödinger 方程式 $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(x, t) = \hat{H} \psi(x, t)$ を満たすとして, 以下の問に答えよ。

(1) エルミート演算子であるハミルトニアン $\hat{H}$ が時間に依存しない状況を考え, 波動関数を変数分離型 $\psi(x, t) = T(t)X(x)$ に仮定しよう。このとき, $T(t)$ と $X(x)$ が満たす方程式を書き下せ。

(2) (1) において $T(t)$ が満たす方程式の解を求めよ。また, 確率密度 $|\psi(x, t)|^2$ の時間依存性がどのようなになっているか述べよ。

(3) 波動関数の複素共役 $\psi^*(x, t)$ が満たすべき時間依存 Schrödinger 方程式を書き下せ。

(4) ハミルトニアンが $\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2}$ で与えられる場合を考えよう。波動関数 $\psi(x, t) = e^{i(kx - \omega_k t)}$ が時間依存 Schrödinger 方程式を満たすとき, ω_k を求めよ。

問2 1次元調和振動の定常 Schrödinger 方程式は

$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} m \omega x^2 \right\} \phi(x) = E \phi(x)$$

のように与えられるとして, 以下の問に答えよ。

(1) 位置変数 x の代わりに, ある次元をもつ定数 α を用いて, $\alpha x = \xi$ として無次元変数 ξ を導入しよう。無次元変数 ξ を用いて定常 Schrödinger 方程式が

$$\left\{ \frac{d^2}{d\xi^2} + (\lambda - \xi^2) \right\} \phi(\xi) = 0$$

のように無次元化されるとき, α を求めよ。ただし, $\lambda = \frac{2E}{\hbar\omega}$ である。

(2) 調和振動の解を $\phi(\xi) = H(\xi)e^{-\frac{\xi^2}{2}}$ と置こう。 $H(\xi)$ が満たす方程式を書き下せ。

(3) $H(\xi)$ として

$$H(\xi) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \xi^n$$

のような級数解を仮定する。ただし, a_n は ξ によらない定数である。級数が n について有限の値までで終了すると仮定することで, λ を決定せよ。

(4) 1次元調和振動の固有エネルギーの性質について, 簡単に説明せよ。

問3 次の1次元定常 Schrödinger 方程式を考える。

$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} - V_0 \delta(x) \right\} \phi(x) = E \phi(x)$$

ここで, $\delta(x)$ は Dirac のデルタ関数であり,

$$\delta(x) = \begin{cases} \infty & (x = 0) \\ 0 & (x \neq 0) \end{cases}$$

を満たす。任意の連続関数 $f(x)$ と $\epsilon > 0$ に対して, デルタ関数は $\int_{-\epsilon}^{\epsilon} f(x) \delta(x) dx = f(0)$ を与える。 $V_0 > 0$, $E < 0$ として, 以下の問に答えよ。

(1) $x < 0$ での波動関数を $\phi_{-}(x)$, $x > 0$ での波動関数を $\phi_{+}(x)$ とする。 $\phi_{-}(x)$ と $\phi_{+}(x)$ の一般解を求めよ。

(2) $\phi_{-}(0)$ と $\phi_{+}(0)$ との間に成り立つ関係式を書き下せ。

(3) $\left. \frac{d\phi_{-}(x)}{dx} \right|_{x=0}$ と $\left. \frac{d\phi_{+}(x)}{dx} \right|_{x=0}$ との間に成り立つ関係式を書き下せ。

(4) 固有エネルギー E を求めよ。

2025年9月・2026年4月入学試験問題
大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

科目名： 電磁気学（その1）

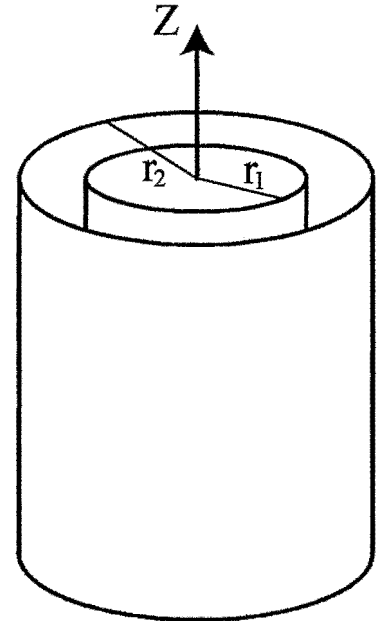
問題番号

1

問1

右図に示す同軸構造からなる同軸円筒コンデンサーについて次の各設問に答えよ。内径を r_1 、外径を r_2 とする。中心軸（図中 z 軸）からの距離を r としたとき、 $r_2 > r > r_1$ の範囲は真空であり、 r が r_2 以上、または、 r_1 以下の範囲は完全導体であるとする。真空中の誘電率を ϵ_0 とする。

- (a) 同軸円筒コンデンサーの単位長さあたりの電気容量を求めよ。
- (b) 中心軸上にある中心導体と中心軸からの距離 r_2 にある外部導体の間に電位差 V を印加したときの、単位長さあたりの電荷 Q と単位長さあたりの静電エネルギーを求めよ。
- (c) 上記の状態では $r_2 > r > r_1$ の範囲を誘電率 ϵ で満たした時の静電エネルギーの変化を求めよ。



問2

ベクトル場 $\mathbf{V} = \left(\frac{yz}{\sqrt{x^2+y^2+z^2+1}}, \frac{zx}{\sqrt{x^2+y^2+z^2+1}}, \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2+z^2+1}} \right)$ がある。

- (1) ベクトル場 $\mathbf{V}$ を $z=0$ の平面上で図示せよ。
- (2) ベクトル場 $\mathbf{V}$ の発散を求めよ。
- (3) ベクトル場 $\mathbf{V}$ の回転を求めよ。

2025年9月・2026年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

科目名： 電磁気学（その2）

問題番号

2

問3 図1の様に、O点を原点とした x 軸上の座標 X の点Pを中心とし、半径 a の円形コイルが x 軸に垂直に配置されている。円形コイルに定常電流 I が流れている時、生じる磁場について、次の問いに答えよ。

(1) $X = 0$ の時(P点とO点が一致)に生じる磁場の大きさ H を求めよ。

(2) $X \neq 0$ の時のO点に生じる磁場の大きさ H を求めよ。

(3) 円形コイルの重ね合わせとして、ソレノイドコイルを考える。ソレノイドコイルは無限に長く、単位長さ当たりの巻き数を n として、座標 X と座標 $X+dx$ の間の微小区間のソレノイドコイルがO点につくる磁場の大きさ dH_{sl} を求めよ。

(4) ソレノイドコイルの中心軸上の磁場の大きさ H_{sl} を求めよ。

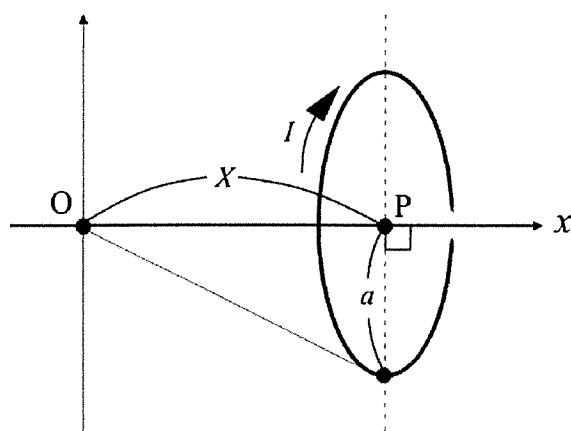


図1

問4 次の問いに答えよ。

(1) ベクトル演算を含む次の等式で表される定理の名前を書け。

$$\oint_C \mathbf{A} \cdot d\mathbf{s} = \int_S (\nabla \times \mathbf{A}) \cdot \mathbf{n} dS$$

ただし、 $\mathbf{A}$, $d\mathbf{s}$, dS , $\mathbf{n}$ は、それぞれ任意のベクトル、線素ベクトル、微小面、微小面の法線ベクトルとする。

(2) 4つのマクスウェルの方程式をベクトル表記で記述せよ。ただし、誘電率を ϵ 、透磁率を μ 、導電率を σ 、電荷密度を ρ とせよ。

(3) ファラデーの誘導法則の式を記述せよ。ただし、起電力を V_{emf} 、磁束を Φ とせよ。

(4) (1)で問われた定理を用いて、(3)で記述したファラデーの誘導法則の式から(2)で記述した4つのマクスウェルの方程式の中の一つを導出せよ。また、導出の過程も示せ。

2025年9月・2026年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

科目名： 回路理論（その1）

問題番号 1

図1-1に示す、角周波数 ω 、実効値 E の交流電圧源 E 、インダクタンス L 、キャパシタンス C 、および抵抗 R からなる回路がある。ただし、 ω 、 E 、 L 、 C 、 R はすべて正の実数である。回路全体に流れる電流を I とする。太字は複素数表示であることを表している。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、虚数単位には j を用いること。

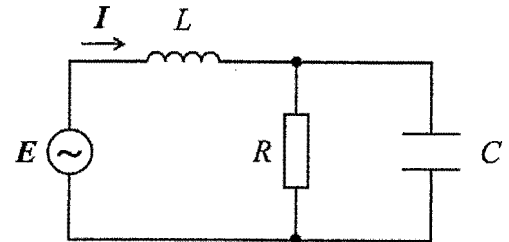


図 1-1

まず、図1-2に示すように、抵抗 R を可変とした。

- (1) この回路のインピーダンス Z を、 ω 、 L 、 C 、 R を用いて表せ。ただし、すべての文字を使わない可能性がある。
- (2) 電流 I を、 E 、 ω 、 L 、 C 、 R を用いて表せ。ただし、すべての文字を使わない可能性がある。
- (3) 力率 PF を、 E 、 ω 、 L 、 C 、 R を用いて表せ。ただし、すべての文字を使わない可能性がある。
- (4) PF が最大になるときの抵抗 R を R_0 としたとき、 R_0 を、 ω 、 L 、 C を用いて表せ。また、そのときの回路全体の消費電力 P を、 E 、 ω 、 L 、 C を用いて表せ。ただし、すべての文字を使わない可能性がある。

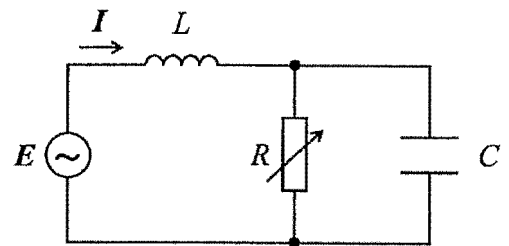


図 1-2

次に、図1-3に示すように、 R は固定に戻し、 C を可変とした。

- (5) 抵抗 R に流れる電流 I_R を、 E 、 ω 、 L 、 C 、 R を用いて表せ。ただし、すべての文字を使わない可能性がある。
- (6) 端子1-2間の電圧、すなわち抵抗 R にかかる電圧 V_R 、および抵抗 R における消費電力 P_R を、 E 、 ω 、 L 、 C 、 R を用いて表せ。ただし、すべての文字を使わない可能性がある。
- (7) 抵抗 R における有効電力 P_R が最大になるときのキャパシタンス C を C_0 としたとき、 C_0 を ω 、 L 、 R を用いて表せ。また、そのときの有効電力 $P_R^{\max}$ を、 E 、 ω 、 L 、 R を用いて表せ。ただし、すべての文字を使わない可能性がある。

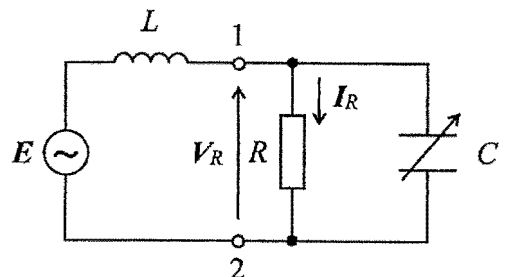


図 1-3

2025年9月・2026年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

科目名: 回路理論 (その2)

問題番号 2

図2(a) は抵抗 R_1 、インダクタンス L_1 、および、キャパシタンス C_1 からなる電気回路である。端子 1 および 2 から流れ込む電流を $i_1(t)$ 、 $i_2(t)$ とし、1-1' および 2-2' の電圧を $v_1(t)$ 、 $v_2(t)$ とする。

(1) 図2(a)の回路を、1-1' を1次側、2-2' を2次側とする2端子対回路と見なす。定常状態にあるこの回路を下の式①のインピーダンスパラメータで表すとき、 Z_{11} 、 Z_{12} 、 Z_{21} 、 Z_{22} をそれぞれ、 R_1 、 L_1 、 C_1 、および角周波数 ω を用いて示せ。ただし、 V_1 、 V_2 をそれぞれ $v_1(t)$ 、 $v_2(t)$ の複素数表示とし、 I_1 、 I_2 も同様に $i_1(t)$ 、 $i_2(t)$ の複素数表示とする。

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \dots\dots ①, \quad \begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix} \dots\dots ②$$

(2) (1)と同様にして、定常状態にある図2(a)の回路を上の式②の4端子定数で表すとき、 A 、 B 、 C 、 D をそれぞれ、 R_1 、 L_1 、 C_1 、および ω を用いて示せ。

(3) 図2(a)の回路の2-2' に負荷インピーダンス Z_L を接続した。その回路が定常状態にあるとき、1-1' から見た入力インピーダンス Z_{in} を式①の Z_{11} 、 Z_{12} 、 Z_{22} 、および Z_L を用いて表せ。

(4) 図2(a)の回路の2-2' に負荷インピーダンス Z_L を接続し、1-1' に交流電圧源を接続して交流電圧 V_1 を印加した。定常状態において、その回路の Z_L に流れる電流と同じ電流が図2(b)の Z_L に流れるものとする。図2(a)の交流電圧源と図2(b)の交流電流源の角周波数が等しく ω であるとき、図2(b)の交流電流源の電流 J 、およびインピーダンス Z をそれぞれ、式①の Z_{11} 、 Z_{12} 、 Z_{22} 、および V_1 を用いて表せ。

(5) 図2(a)の回路の2-2' を短絡したまま、図2(c)に示す $v_1(t)$ を1-1' に印加した。 $v_1 = E$ としたまま、定常状態 ($t \rightarrow \infty$) になったときの回路を、なるべく簡単な等価回路図で示せ。また、定常状態 ($t \rightarrow \infty$) になったときの $i_1(\infty)$ を求めよ。

(6) (5)と同様に、図2(a)の回路の2-2' を短絡したまま、図2(c)に示す $v_1(t)$ を1-1' に印加した。過渡状態 $t \geq 0$ における $i_2(t)$ を求めよ。ただし、 $E = 1$ [V]、 $L_1 = \frac{1}{8}$ [H]、 $R_1 = \frac{1}{3}$ [Ω]、 $C_1 = \frac{1}{2}$ [F] とし、 $t < 0$ において回路は静止状態にあったものとする。

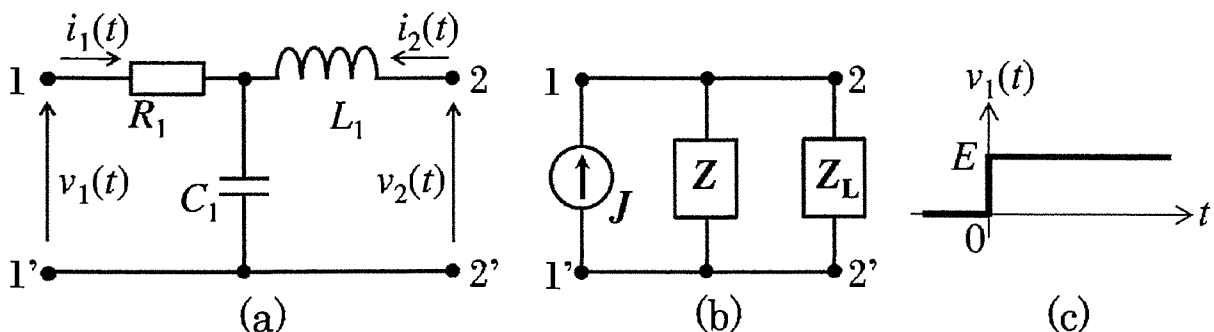


図2

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2025年9月・2026年4月入学試験問題
大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

No.

1	/	6
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

問題番号	1	科目名	力学（その1）
------	---	-----	---------

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2025年9月・2026年4月入学試験問題
大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

No.

2	/	6
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可	問題番号	2	科目名	力学（その2）

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2025年9月・2026年4月入学試験問題
大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

No.

3	/	6
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

問題番号	1	科目名	電磁気学（その1）
------	---	-----	-----------

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2025年9月・2026年4月入学試験問題
大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

No.

4	/	6
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

問題番号	2	科目名	電磁気学（その2）
------	---	-----	-----------

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

5	/	6
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

問題番号	1	科目名	回路理論（その1）
------	---	-----	-----------

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2025年9月・2026年4月入学試験問題
大学院基幹理工学研究科修士課程 電子物理システム学専攻

No.

6	/	6
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

問題番号	2	科目名	回路理論（その2）
------	---	-----	-----------