

2026年9月・2027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。

2026年9月・2027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 xy 平面上での質量 m の質点の運動について、水平方向を x 、鉛直下向きを $-y$ 、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

- 1) xy 平面内に拘束条件をつけず、重力だけを受けて質点が運動するとき、 x, y を一般化座標として、ラグランジアンを書き下せ。
- 2) 図1に示すように、質点が xy 平面上の曲線 $y = a(x-1)^2$ の上のみを動くとき、 x だけを独立な一般化座標として、ラグランジアンを書き下せ。
- 3) 2) の場合について、ラグランジュ方程式から導かれる運動方程式を書き下せ。

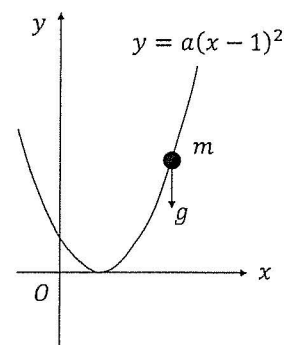


図1

問2 図2に示すような逆円錐面上の質量 m の質点の運動について、以下の問いに答えよ。

- 1) デカルト座標で表されている質点の座標 (x, y, z) を球座標 (r, α, φ) を用いて表せ。ただし、 α は定数である。
- 2) r と φ を一般化座標として、質点のラグランジアンを示せ。
- 3) r と φ を一般化座標として、質点の一般化運動量を示し、ハミルトニアンを求めよ。
- 4) 質点の運動に関するハミルトンの正準方程式を書き下せ。
- 5) この質点の角運動量を $\mathbf{L}$ 、その x, y, z 成分をそれぞれ L_x, L_y, L_z とするとき、ポアソンの括弧式 $[L_z, z] = 0$ となることを示せ。

次に、原点と質点との間を長さ l 、ばね定数 k のばねで結び、一端を原点に固定して質点が上と同じ逆円錐面上で運動を行う場合を考える。ばねは質点の運動中たわむことはなく直線的に伸縮するものとする。

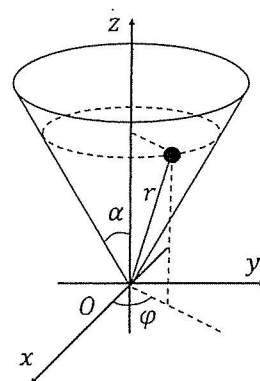


図2

- 6) このときの質点の運動に関するハミルトンの正準方程式を書き下せ。

2026年9月・2027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、以下の問いに答えよ。

(1) ハミルトニアンとして $\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + V(x)$ を考える。波動関数を変数分離型 $\psi(x, t) = T(t)X(x)$ に仮定したとき、 $T(t)$ と $X(x)$ が満たす方程式を書き下せ。

(2) (1) で $V(x) = 0$ の場合における波動関数 $\psi(x, t)$ を具体的に求めよ。

問2 位置 $\hat{x}$ と運動量 $\hat{p}$ が以下の交換関係に従うとして、以下の問いに答えよ。

$$[\hat{x}, \hat{p}] \equiv \hat{x}\hat{p} - \hat{p}\hat{x} = i\hbar$$

(1) $\Delta \hat{x} \equiv \hat{x} - \langle \hat{x} \rangle$, $\Delta \hat{p} \equiv \hat{p} - \langle \hat{p} \rangle$ としよう。ここで、 $\langle \dots \rangle$ は量子力学的期待値を表す。このとき、

$$[\Delta \hat{x}, \Delta \hat{p}] = i\hbar$$

を示せ。

(2) $\Delta x^2 \equiv \langle (\Delta \hat{x})^2 \rangle$, $\Delta p^2 \equiv \langle (\Delta \hat{p})^2 \rangle$ としよう。このとき、

$$\Delta x^2 = \langle \hat{x}^2 \rangle - \langle \hat{x} \rangle^2$$

$$\Delta p^2 = \langle \hat{p}^2 \rangle - \langle \hat{p} \rangle^2$$

を示せ。

(3) $\hat{A} \equiv t\Delta \hat{x} - i\Delta \hat{p}$ としよう。ここで t は任意の実数とする。このとき、 $\langle \hat{A}^\dagger \hat{A} \rangle \geq 0$ を示せ。

(4) (3) の結果を用いて、以下の不確定性関係を示せ。

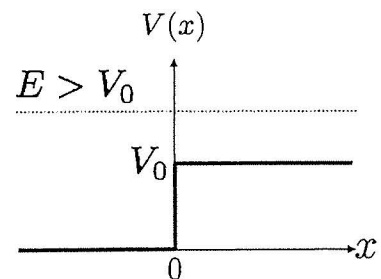
$$\Delta x \Delta p \equiv \sqrt{\langle (\Delta \hat{x})^2 \rangle} \sqrt{\langle (\Delta \hat{p})^2 \rangle} \geq \frac{\hbar}{2}$$

問3 右図のように左方から、波数 k , エネルギー E の粒子が階段型ポテンシャルに衝突する現象を、次の1次元定常 Schrödinger 方程式を用いて考える。

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

ここで、 $V(x)$ は以下で定義される階段型のポテンシャルである。

$$V(x) = \begin{cases} 0 & (x < 0) \\ V_0 > 0 & (x > 0) \end{cases}$$



$E > V_0$ として、以下の問いに答えよ。

(1) k と E との間に成り立つ関係式を書き下せ。

(2) $x < 0$ での波動関数および $x > 0$ での波動関数の一般解をそれぞれ求めよ。

(3) $x = 0$ での波動関数とその一階微分の連続性から得られる方程式を書き下せ。

(4) 確率流は $j(x) = \frac{\hbar}{2mi} \left[\phi^*(x) \left(\frac{d}{dx} \phi(x) \right) - \left(\frac{d}{dx} \phi^*(x) \right) \phi(x) \right]$ で与えられる。このとき、入射波、反射波、透過波の確率流をそれぞれ求めよ。

(5) $x > 0$ に透過する確率および $x < 0$ に反射される確率を求めよ。

2026年9月・2027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

図1に示すように、真空中の点 r_1 と点 r_2 の電荷 $-q_1, +q_2$ を考える。ここで、 $q_2 = 2q_1$ であるとする。2つの電荷の距離は d であり、 $r_1 = (0, 0, -d/2)$ 、 $r_2 = (0, 0, +d/2)$ とする。真空中の誘電率を ϵ_0 とする。

- (1) 任意の位置 $r = (x, y, z)$ での電場を求めよ。
- (2) $|r| \gg d$ であるとした場合の電場の近似式を求めよ。

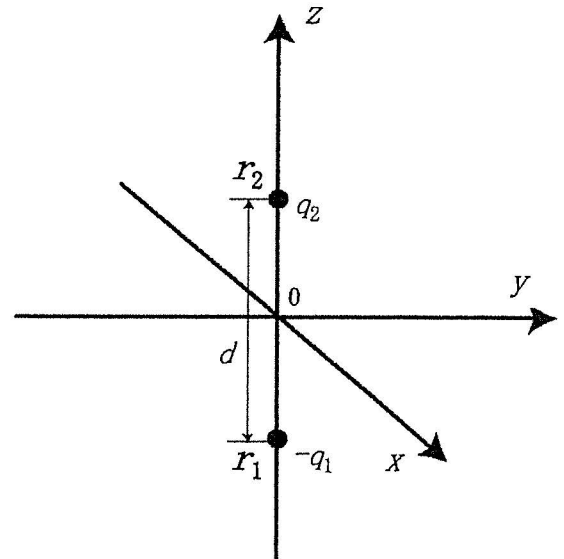


図1

問2

ベクトル場 $V = \left(\frac{-y}{x^2+y^2}, \frac{x}{x^2+y^2}, 0 \right)$ がある。

- (1) ベクトル場 V を図示せよ。
- (2) ベクトル場 V の発散を求めよ。計算の過程も示すこと。
- (3) ベクトル場 V の回転を求めよ。計算の過程も示すこと。

2026年9月・2027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1

図1に示すように、 z 軸方向の磁束密度 B の一様な磁場の中に、紙面に垂直な x 軸上の一つの直径を回転軸とする半径 a の一巻きの円形コイルが、その回転軸が磁場と直交するように置かれている。 x - y 面と重なる始状態からこの円形コイルを一定の角速度 ω で回転することを考える。

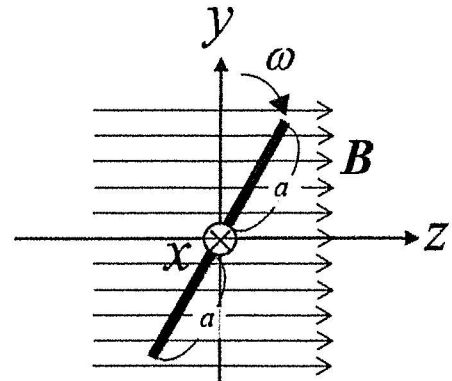


図1

- (1) 円形コイル面を横切る磁束 Φ を求めよ。
- (2) 円形コイルに生じる誘導起電力 E を求めよ。
- (3) コイルの抵抗を R としたとき、コイルに流れる電流 i を求めよ。
- (4) 円形コイルが、 x - y 面と重なる始状態から x - z 面に重なる状態まで90度回転する間にコイル内を移動する電荷量 Q を求めよ。計算の過程も示すこと。

問2

電気容量 C で極板の面積が S のコンデンサーに、最大値 V_0 、角周波数 ω_0 の交流電圧 $V_0 \sin(\omega_0 t)$ を加えることを考える。

- (1) 極板間に生じる電束密度が空間的に一様であると考えた場合の電束密度 D を求めよ。
- (2) 極板間に生じる変位電流の密度 j_d を求めよ。
- (3) マクスウェルの方程式から波動方程式を導く際に、変位電流が果たす役割について説明せよ。

2026年9月・2027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に示す、角周波数 ω 、実効値 E 、初期位相 0 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、 E 、 L 、 C 、 R はすべて正の実数、 ω は 0 以上の実数であり、太字は複素数表示であることを表している。回路全体に流れる電流を I とするとき、以下の問いに答えよ。ただし、指定された文字はすべてを使用しない可能性がある。また、虚数単位には j を用いること。分母は有理化しなくてもよい。

- (1) この回路のアドミタンス Y を、 ω 、 L 、 C 、 R を用いて表せ。
- (2) 電流 I を、 E 、 ω 、 L 、 C 、 R を用いて表せ。
- (3) 回路全体の複素電力 P を、 E 、 ω 、 L 、 C 、 R を用いて表せ。
- (4) P の大きさは皮相電力、実部は有効電力と呼ばれ、皮相電力に対する有効電力の比率は力率と呼ばれる。力率が最大になるときの角周波数 ω_a を、 L 、 C 、 R を用いて表せ。
- (5) アドミタンス Y の軌跡の概形を書け。アドミタンス軌跡とは、 ω を 0 から ∞ まで変化させたときのアドミタンスの変化を、横軸をコンダクタンス G 、縦軸をサセプタンス jB にとって書いたグラフである。

ここで、図1の回路は共振回路として働く。

- (6) 共振角周波数 ω_0 を、 L 、 C 、 R を用いて表せ。
- (7) ω_0 を、(5)における ω_a と等しいか異なるか比較し、その理由を簡潔に述べよ。
- (8) I の大きさ I が最小になる ω を ω_0' とすると、 ω_0' は ω_0 とは異なる。その理由を、 ω_0 と ω_0' の大小関係にも触れながら、(5)で示したアドミタンス Y の軌跡と関連させて簡潔に述べよ。
- (9) I は ω に対してどのように変化するか、横軸を ω 、縦軸を I としたグラフの概形を書け。

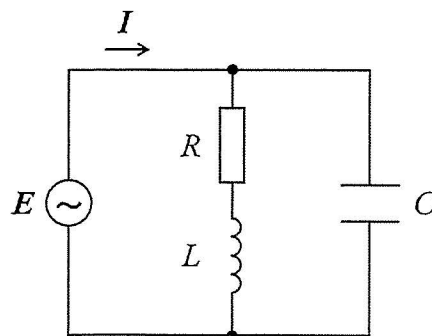


図1

2026年9月・2027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

下の図1(a)は2つの抵抗 r と R 、キャパシタンス C 、および、インダクタンス L 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それぞれ、 $i_1(t)$ 、 $i_2(t)$ とし、1-1' および2-2' の電圧をそれぞれ、 $v_1(t)$ 、 $v_2(t)$ とする。以下の問いに答えよ。ただし、指定された文字のすべてを解答に使用しない可能性がある。虚数単位には j を用いること。分母は有理化しなくてもよい。

(1) 図1(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_{22} をそれぞれ、 r 、 R 、 L 、 C 、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。

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \dots\dots ①$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \dots\dots ②$$

(2) 図1(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。

(3) 3つのアドミタンス Y_{ab} 、 Y_{bc} 、 Y_{ca} からなる図1(b)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上の式②のアドミタンスパラメータで表すとき、 Y_{11} 、 Y_{12} 、 Y_{22} をそれぞれ、 Y_{ab} 、 Y_{bc} 、 Y_{ca} を用いて示せ。

(4) 図1(b)の2端子対回路が下图1(a)の回路と等価であるとき、図1(b)の回路のアドミタンス Y_{ab} を r 、 R 、 L 、 C 、および角周波数 ω を用いて示せ。

(5) 図1(a)の回路の2-2' を開放したまま、図1(c)に示す $v_1(t)$ を1-1' に印加した（時刻 $t=0$ で直流電圧 E を1-1' に印加）。 $v_1=E$ 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1(a)の回路の2-2' を開放したまま、図1(c)に示す $v_1(t)$ を印加した。過渡状態 $t \geq 0$ における $i_1(t)$ を求めよ。ただし、 $E=1$ [V]、 $r=\frac{1}{2}$ [Ω]、 $R=\frac{2}{3}$ [Ω]、 $L=\frac{1}{2}$ [H]、 $C=1$ [F]とし、 $t < 0$ において回路は静止状態にあったとする。

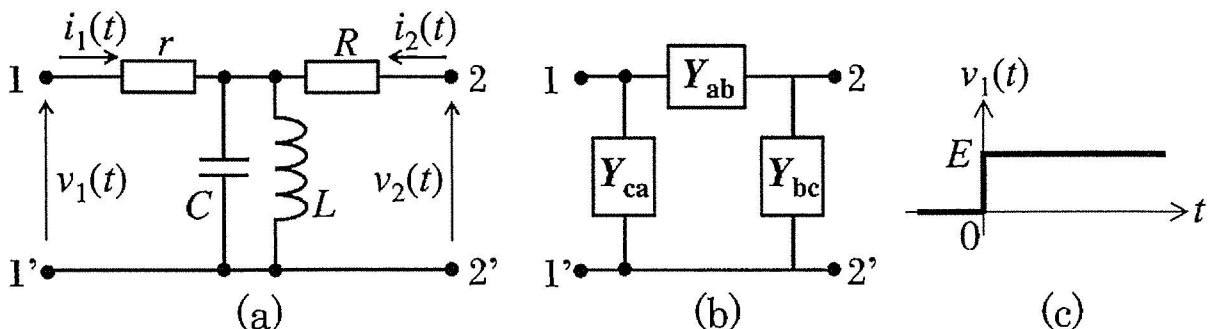


図1

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2026年9月・2027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

2026年9月・2027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

2026年9月・2027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

2026年9月・2027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

2026年9月・2027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.

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

2026年9月・2027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）
------	---	-----	-----------