令和7年度(2025年度) 近畿大学大学院産業理工学研究科入学試験	科 目	電磁気学	受験 番号		氏 名	

【設問1】図 1-1 のように正電荷 Q (> 0)が，誘電率 ε の誘電体中に置かれている． Q が置かれている位置を中心とした半径 r の球面をガウス閉曲面 S とするとき，次の問いに答えなさい．

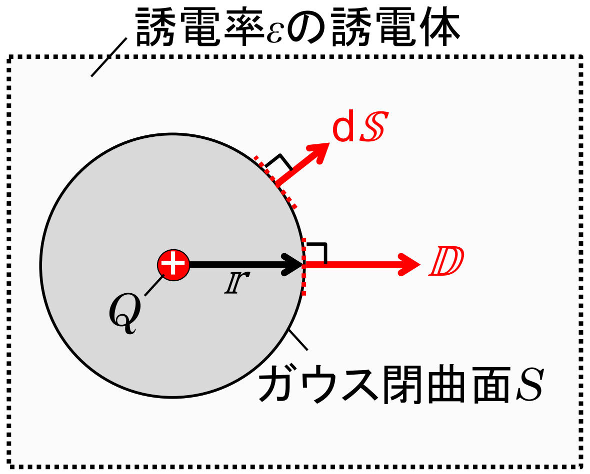

図 1-1

(1) 正電荷 Q と，Q がガウス閉曲面 S 上につくる電束密度ベクトル $\mathbb{D}$ の関係について，ガウス閉曲面 S と，S 上の面素ベクトル $\mathrm{d}\mathbb{S}$ を用いて，ガウスの法則より示しなさい．

(2) ガウス閉曲面 S 上において，電束密度ベクトル $\mathbb{D}$ と面素ベクトル $\mathrm{d}\mathbb{S}$ の内積 $\mathbb{D}\cdot\mathrm{d}\mathbb{S}$ を電束密度の大きさ D と面素 $\mathrm{d}S$ で表しなさい．

$\mathbb{D}\cdot\mathrm{d}\mathbb{S}=$

(3) (2)の関係式と，ガウス閉曲面 S 上で電束密度の大きさ D が一定であることから，次の式を D と $\oint_S \mathrm{d}S$ で表しなさい．

$$\oint_S \mathbb{D}\cdot\mathrm{d}\mathbb{S} =$$

(4) ガウス閉曲面 S が半径 r の球面であることを考慮して，次の式を距離 r を用いて表しなさい．

$$\oint_S \mathrm{d}S =$$

(5) (1)～(4)の関係から， Q から位置ベクトル $\mathbb{r}$ の位置における電束密度の大きさ D を示しなさい．

$D\ =$

(6) 電界ベクトル $\mathbb{E}$ を電束密度ベクトル $\mathbb{D}$ と誘電率 ε を用いて示しなさい．

$\mathbb{E}\ =$

(7) Q から $\mathbb{r}$ の位置における電界ベクトル $\mathbb{E}$ を，$Q, \varepsilon, r,$ および位置ベクトル $\mathbb{r}$ で表しなさい．

$\mathbb{E}\ =$

(8) Q から位置ベクトル $\mathbb{r}$ の位置に点電荷 q を置いた．q に働くクーロン力 $\mathbb{F}$ を，q と電界ベクトル $\mathbb{E}$ で表しなさい．

$\mathbb{F}\ =$

(9) (8)のとき，q に働くクーロン力の大きさ F を $q, Q, \varepsilon,$ および r で表しなさい．

$F\ =$

(10) Q から $\mathbb{r}$ の位置における電位 ϕ を，E を r で積分した形式(積分記号を用いた式)で表しなさい．

$\phi\ =$

(11) 電位 ϕ を $Q, \varepsilon,$ および r で表しなさい．

$\phi\ =$

令和7年度(2025年度) 近畿大学大学院産業理工学研究科入学試験	科 目	電磁気学	受験 番号		氏 名	

【設問 2】 図2−1に示す3次元空間上の直方体の導体(幅: w, 厚さ: t, 荷電粒子の密度: n)に対して, $+x$ 方向に電流 I を流し, $+z$ 方向に磁束密度 $\mathbb{B}$ を印加した. 荷電粒子は正電荷 $q > 0$ を持っており, $+x$ 方向に平均速度 v で移動している. 次の問いに答えなさい.

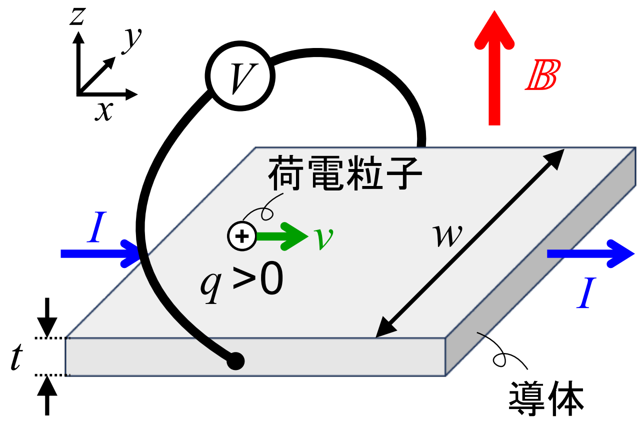

図2−1

(1) 荷電粒子が受けるローレンツ力 $\mathbb{F}_L$ の方向と, 大きさ F_L を求めなさい. $\mathbb{F}_L$ の方向は, x, y, z のいずれかを用いて答えなさい.

$\mathbb{F}_L$ の方向: ________________________, 大きさ F_L = ________________________

(2) ローレンツ力 $\mathbb{F}_L$ によって導体内に電荷の偏りが生じ, 導体内に電界 $\mathbb{E}$ が発生する. $\mathbb{E}$ の方向を答えなさい.

(3) (2)とき, $\mathbb{E}$ によって荷電粒子が受けるクーロン力 $\mathbb{F}_C$ の方向と, その大きさ F_C を表しなさい. ただし, $\mathbb{F}_C$ の方向は, x, y, z のいずれかを用い, F_C は E と q を用いて表すこと.

$\mathbb{F}_C$ の方向: ________________________, 大きさ F_C = ________________________

(4) 電荷の偏りは, F_L と $\mathbb{F}_C$ がつり合うまで続く. このときのつり合いの式を q, v, B, E を用いて書きなさい.

(5) 導体に流れる電流 I の大きさを, v, q, t, w, n を用いて表しなさい.

(6) 電界の大きさ E を, I, B, q, t, w, n を用いて表しなさい.

(7) E は y 方向で均一にかかっているとする. ホール電圧 V を, E と w を用いて答えなさい.

(8) (7)のとき, ホール電圧 V を, I, B, q, t, n を用いて答えなさい.

令和7年度（2025年度） 近畿大学大学院産業理工学研究科入学試験	科 目	電磁気学	受験 番号		氏 名	

【設問 3】図 3−1のように，十分に長い空芯ソレノイドコイル(単位長さあたりの巻数: n, 長さ: l, 断面積: S)に，電源(電圧 V)と抵抗 R, およびスイッチをつないで電気回路を形成した．ここで，真空の透磁率は μ_0 とし，ソレノイドコイルの抵抗は無視できるほど小さいものとする．スイッチを 1 側に入れて回路内に電流 I を流したとき，次の問いに答えなさい．

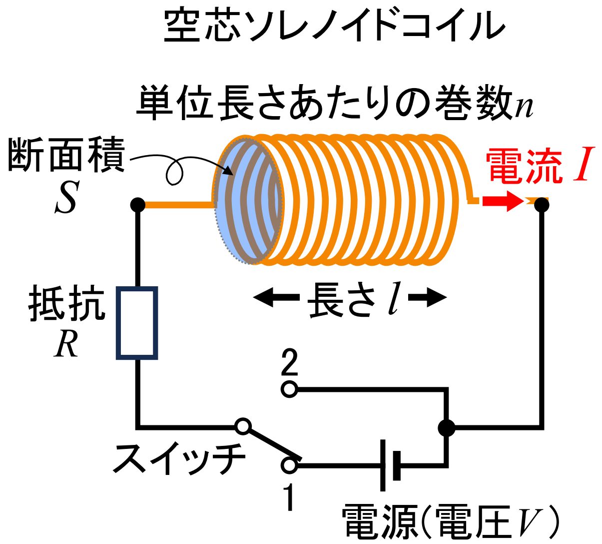

図3-1

(1) 空芯ソレノイドコイル内の磁束密度の大きさ B を，μ_0, n, I を用いて表しなさい．

(2) 空芯ソレノイドコイル内の磁束 ϕ を，B と S で表しなさい．

(3) 空芯ソレノイドコイル内の磁束 ϕ を，**B を用いずに**表しなさい．

(4) (3)で求めた磁束 ϕ は，空芯ソレノイドコイルを何回，貫く(鎖交する)か，n と l を用いて答えなさい．

(5) I が時間変化しているとき，空芯ソレノイドコイルの両端に生じる自己誘導起電力 V_{ind} を，μ_0, n, l, S, および電流の時間変化率 $\mathrm{d}I/\mathrm{d}t$ を用いて表しなさい．

(6) 空芯ソレノイドコイルの自己インダクタンス L を，μ_0, n, l, S で表しなさい．

(7) 電流 I を流しているとき，空芯ソレノイドコイルに蓄えられている磁界のエネルギー U を，L と I で表しなさい．

(8) (7)のときの磁界のエネルギー U を，**L を用いずに**表しなさい．

(9) スイッチを1側に入れて，十分に時間がたったときの電流の大きさ I を，R と V を用いて表しなさい．

(10) (9)の状態からスイッチを2側に入れ替えた．この瞬間の時刻を $t = 0$ s として，図4-1の回路方程式を，L, R, I, $\mathrm{d}I/\mathrm{d}t$ を用いて立てなさい．

(11) (10)の回路方程式を解き，時刻 t における電流 I を t, L, R を用いて示しなさい．

令和7年度(2025年度) 近畿大学大学院産業理工学研究科入学試験	科目	電磁気学	受験番号	赤字：解答または解答例	氏名	青字：出題意図及び配点

【設問1】 図 1-1 のように正電荷 Q (> 0)が，誘電率 ε の誘電体中に置かれている． Q が置かれている位置を中心とした半径 r の球面をガウス閉曲面 S とするとき，次の問いに答えなさい．

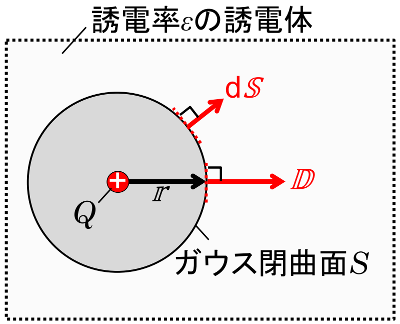

図 1-1

(1) 正電荷 Q と，Q がガウス閉曲面 S 上につくる電束密度ベクトル $\mathbb{D}$ の関係について，ガウス閉曲面 S と，S 上の面素ベクトル $\mathrm{d}\mathbb{S}$ を用いて，ガウスの法則より示しなさい．

$$\oint_S \mathbb{D}\cdot \mathrm{d}\mathbb{S} = Q$$ (完全正答、3点)

(2) ガウス閉曲面 S 上において，電束密度ベクトル $\mathbb{D}$ と面素ベクトル $\mathrm{d}\mathbb{S}$ の内積 $\mathbb{D}\cdot\mathrm{d}\mathbb{S}$ を電束密度の大きさ D と面素 $\mathrm{d}S$ で表しなさい．

$$\mathbb{D}\cdot\mathrm{d}\mathbb{S} = D\cdot \mathrm{d}S$$ (完全正答、3点)

(3) (2)の関係式と，ガウス閉曲面 S 上で電束密度の大きさ D が一定であることから，次の式を D と $\oint_S \mathrm{d}S$ で表しなさい．

$$\oint_S \mathbb{D}\cdot\mathrm{d}\mathbb{S} = D\oint_S \mathrm{d}S$$ (完全正答、3点)

(4) ガウス閉曲面 S が半径 r の球面であることを考慮して，次の式を距離 r を用いて表しなさい．

$$\oint_S \mathrm{d}S = 4\pi r^2$$ (完全正答、3点)

(5) (1)～(4)の関係から， Q から位置ベクトル $\mathbb{r}$ の位置における電束密度の大きさ D を示しなさい．

$$D = \frac{Q}{4\pi r^2}$$ (完全正答、3点)

(6) 電界ベクトル $\mathbb{E}$ を電束密度ベクトル $\mathbb{D}$ と誘電率 ε を用いて示しなさい．

$$\mathbb{E} = \frac{1}{\varepsilon}\mathbb{D}$$ (完全正答、3点)

(7) Q から $\mathbb{r}$ の位置における電界ベクトル $\mathbb{E}$ を，Q, ε, r，および位置ベクトル $\mathbb{r}$ で表しなさい．

$$\mathbb{E} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon r^3}\mathbb{r}$$ (完全正答、3点)

(8) Q から位置ベクトル $\mathbb{r}$ の位置に点電荷 q を置いた．q に働くクーロン力 $\mathbb{F}$ を，q と電界ベクトル $\mathbb{E}$ で表しなさい．

$$\mathbb{F} = q\mathbb{E}$$ (完全正答、3点)

(9) (8)のとき，q に働くクーロン力の大きさ F を q, Q, ε，および r で表しなさい．

$$F = \frac{qQ}{4\pi\varepsilon r^2}$$ (完全正答、3点)

(10) Q から $\mathbb{r}$ の位置における電位 ϕ を，E を r で積分した形式(積分記号を用いた式)で表しなさい．

$$\phi = \int_\infty^r -E\,\mathrm{d}r$$ (完全正答、3点)

(11) 電位 ϕ を Q, ε，および r で表しなさい．

$$\phi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon r}$$ (完全正答、3点)

令和7年度（2025年度） 近畿大学大学院産業理工学研究科入学試験	科目	電磁気学	受験番号	赤字：解答または解答例	氏名	青字：出題意図及び配点

【設問 2】図2−1に示す3次元空間上の直方体の導体(幅: w, 厚さ: t, 荷電粒子の密度: n)に対して, $+x$ 方向に電流 I を流し, $+z$ 方向に磁束密度 $\mathbb{B}$ を印加した. 荷電粒子は正電荷 $q>0$ を持っており, $+x$ 方向に平均速度 v で移動している. 次の問いに答えなさい.

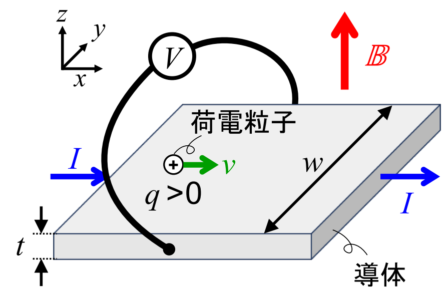

図2−1

(1) 荷電粒子が受けるローレンツ力 $\mathbb{F}_L$ の方向と, 大きさ F_L を求めなさい. $\mathbb{F}_L$ の方向は, x, y, z のいずれかを用いて答えなさい.

$\mathbb{F}_L$ の方向: $-y$方向, 大きさ F_L = qvB

(完全正答、3点)　(完全正答、3点)

(2) ローレンツ力 $\mathbb{F}_L$ によって導体内に電荷の偏りが生じ, 導体内に電界 $\mathbb{E}$ が発生する. $\mathbb{E}$ の方向を答えなさい.

$+y$方向 (完全正答、3点)

(3) (2)とき, $\mathbb{E}$ によって荷電粒子が受けるクーロン力 $\mathbb{F}_C$ の方向と, その大きさ F_C を表しなさい. ただし, $\mathbb{F}_C$ の方向は, x, y, z のいずれかを用い, F_C は E と q を用いて表すこと.

$\mathbb{F}_C$ の方向: $+y$方向, 大きさ F_C = qE

(完全正答、3点)　(完全正答、3点)

(4) 電荷の偏りは, $\mathbb{F}_L$ と $\mathbb{F}_C$ がつり合うまで続く. このときのつり合いの式を q, v, B, E を用いて書きなさい.

$$qvB = qE$$

(完全正答。qがない場合は不正解。3点)

(5) 導体に流れる電流 I の大きさを, v, q, t, w, n を用いて表しなさい.

$$I = nqvtw$$ (完全正答、3点)

(6) 電界の大きさ E を, I, B, q, t, w, n を用いて表しなさい.

$$E = \frac{IB}{nqwt}$$ (完全正答、4点)

(7) E は y 方向で均一にかかっているとする. ホール電圧 V を, E と w を用いて答えなさい.

$$V = wE$$ (完全正答、4点)

(8) (7)のとき, ホール電圧 V を, I, B, q, t, n を用いて答えなさい.

$$V = \frac{IB}{nqt}$$ (完全正答、4点)

令和7年度(2025年度) 近畿大学大学院産業理工学研究科入学試験	科目	電磁気学	受験番号	赤字: 解答または解答例	氏名	青字: 出題意図及び配点

【設問 3】図 3−1のように,十分に長い空芯ソレノイドコイル(単位長さあたりの巻数: n, 長さ: l, 断面積: S)に,電源(電圧 V)と抵抗 R, およびスイッチをつないで電気回路を形成した.ここで,真空の透磁率は μ_0 とし,ソレノイドコイルの抵抗は無視できるほど小さいものとする.スイッチを 1 側に入れて回路内に電流 I を流したとき,次の問いに答えなさい.

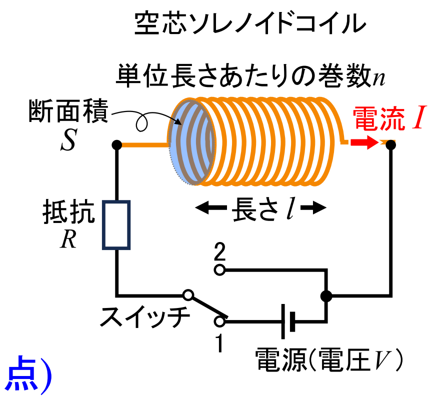

図3−1

(1) 空芯ソレノイドコイル内の磁束密度の大きさ B を, μ_0, n, I を用いて表しなさい.

$$B = \mu_0 n I$$ (完全正答、3点)

(2) 空芯ソレノイドコイル内の磁束 ϕ を, B と S で表しなさい.

$$\phi = BS$$ (完全正答、3点)

(3) 空芯ソレノイドコイル内の磁束 ϕ を, **B を用いずに**表しなさい.

$$\phi = \mu_0 n I S$$ (完全正答、3点)

(4) (3)で求めた磁束 ϕ は,空芯ソレノイドコイルを何回,貫く(鎖交する)か, n と l を用いて答えなさい.

nl 回 (nlだけも正答。3点)

(5) I が時間変化しているとき,空芯ソレノイドコイルの両端に生じる自己誘導起電力 V_{ind} を, μ_0, n, l, S, および電流の時間変化率 $\mathrm{d}I/\mathrm{d}t$ を用いて表しなさい.

$$V_{\mathrm{ind}} = -\mu_0 n^2 l S \frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$$ (完全正答、3点)

(6) 空芯ソレノイドコイルの自己インダクタンス L を, μ_0, n, l, S で表しなさい.

$$L = \mu_0 n^2 l S$$ (完全正答、3点)

(7) 電流 I を流しているとき,空芯ソレノイドコイルに蓄えられている磁界のエネルギー U を, L と I で表しなさい.

$$U = \frac{1}{2} L I^2$$ (完全正答、3点)

(8) (7)のときの磁界のエネルギー U を, **L を用いずに**表しなさい.

$$U = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 l S I^2$$ (完全正答、3点)

(9) スイッチを1側に入れて,十分に時間がたったときの電流の大きさ I を, R と V を用いて表しなさい.

$$I = \frac{V}{R}$$ (完全正答、3点)

(10) (9)の状態からスイッチを2側に入れ替えた.この瞬間の時刻を $t = 0$ s として,図 4-1 の回路方程式を, L, R, I, $\mathrm{d}I/\mathrm{d}t$ を用いて立てなさい.

$$-RI - L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} = 0$$ (式が同値なら正答。3点)

(11) (10)の回路方程式を解き,時刻 t における電流 I を t, L, R を用いて示しなさい.

$$-RI - L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} = 0$$

$$-\frac{R}{L}\mathrm{d}t = \frac{\mathrm{d}I}{I}$$

両辺、積分する。

$$-\int \frac{R}{L}\mathrm{d}t = \int \frac{\mathrm{d}I}{I}$$

$$-\frac{R}{L}t + \alpha = \ln|I|$$

ここでαは、積分定数である。

$$I = \pm \exp\left(-\frac{R}{L}t + \alpha\right)$$

$$= A \exp\left(-\frac{R}{L}t\right)$$ (Aは積分定数)

$t = 0$ s のとき、$I = \dfrac{V}{R}$なので、

$$\frac{V}{R} = A \exp(0)$$

$$A = \frac{V}{R}$$

よって、 $$I = \frac{V}{R}\exp\left(-\frac{R}{L}t\right)$$

[$I = \dfrac{V}{R}\exp\left(-\dfrac{R}{L}t\right)$ が含まれているか, 4点]