

問題 9 電気回路

I

出題意図

- ・ 相互誘導の有無に応じて、適切な交流回路の方程式を解くことができる。

(1)

$$Z_{RL1} = R + j\omega L_1$$

(2)

$$Y = \frac{R}{R^2 + \omega^2 L_1^2} + j \left(\omega C - \frac{\omega L_1}{R^2 + \omega^2 L_1^2} \right)$$

(3)

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{L_1 C} - \frac{R^2}{L_1^2}}$$

(4)

$$L_3 = L_1 - \frac{M^2}{L_2}$$

(5)

$$C = \frac{L(1 - k^2)}{\omega_2^2 L^2 (1 - k^2)^2 + R^2}$$

(6)

$$P = \frac{RE^2}{R^2 + \omega_2^2 L^2 (1 - k^2)^2}$$

問題 9 電気回路

II

出題意図：抵抗・インダクタ・コンデンサを含む回路の定常状態および過渡現象に関する理解を確認する。

問題 II

(1)	$i_0 = \frac{E}{R_1}$
(2)	$i_1(t) = \frac{E}{R_1} e^{-\frac{R_2}{L}t}$
(3)	$W = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R_1}\right)^2$
(4)	$i_1(t) = \frac{E}{R_1}\left\{1 - e^{-\frac{R_1R_2}{(R_1+R_2)L}t}\right\}$
(5)	$i_2(t) = \frac{E}{R_1 + R_2} e^{-\frac{R_1R_2}{(R_1+R_2)L}t}$
(6)	$T = \frac{(R_1+R_2)L}{R_1R_2} \ln\left(\frac{2R_1+R_2}{R_1+R_2}\right)$
(7)	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
(8)	$E_{L_{max}} = \frac{E}{R_1}\sqrt{\frac{L}{C}}$
(9)	$E_{C_{max}} = \frac{E}{R_1}\sqrt{\frac{L}{C}}$

問題10 電磁気学

I

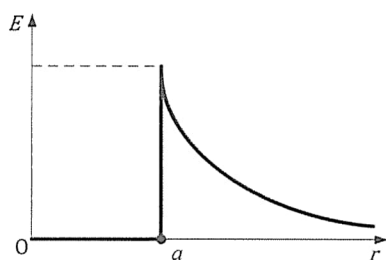
出題意図：

円筒座標系における対称性を持つ電荷分布から電界分布を系統的に導出する基礎力を問う。また電位分布，定常電流の導出方法を理解しているか，最大電界強度という制約条件下における境界条件と電位差を導出できるかを問う。

解答例

$$(1) E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r_1}$$

(2)



$$(3) V(r) = \frac{V_0}{\log_e \frac{a}{b}} \log_e \frac{r}{b}$$

$$(4) I = \frac{2\pi\sigma V_0}{\log_e \frac{b}{a}}$$

$$(5) C = \frac{2\pi}{\frac{1}{\epsilon_1} \log_e \frac{c}{a} + \frac{1}{\epsilon_2} \log_e \frac{b}{c}}$$

$$(6) V_{\max} = \frac{\frac{1}{k} b E_m}{e}$$

II

(出題意図)

時間的に変化する磁束によって回路に誘導起電力が発生する電磁誘導の基本原理を理解し、それを具体的な物理系に適用して定量的に計算できる能力を問う。

具体的には、以下の3点の習得を確認したい。

1. 均一磁場における電磁誘導の理解

導体棒の移動に伴い回路を貫く磁束が変化し、誘導起電力が発生する仕組みを理解しているか、磁束と誘導起電力の関係を正しく導出できるか。

2. 磁束変化と移動電荷量の関係の把握

磁束密度の急激な変化に伴い回路に流れる電流を積分し、移動する全電荷量 Q を求めることで、起電力、抵抗、および電荷量の関係を適切に扱えるか。

3. 非均一磁場における電磁誘導の理解

磁束密度が非均一な系においても、電磁誘導の原理を正しく適用し、誘導起電力を導き出せるか。

(解答)

(1) $2aB_0vt$

(2) $2aB_0v$

(3) $\frac{2aB_0vt_0}{R}$

(4) $2aB_0x\Delta x$

(5) $2aB_0v^2t$