

平成 11 年度北海道大学大学院理学研究科  
物理学専攻修士課程 (物理学分野) 入試問題

## 問題 E-II

電気容量  $C$  のコンデンサーおよび電気抵抗  $R$  の抵抗素子、自己インダクタンス  $L$  のコイル、スイッチ  $S$  からなる図 1 のような回路を考える。接地点  $G$  に対する点  $P$  の電位が  $V_0 (> 0)$  になるまでコンデンサーを充電した後、時刻  $t = 0$  でスイッチ  $S$  を閉じた。任意の時刻  $t (\geq 0)$  において接地点  $G$  に対する点  $P$  の電位を  $V$  とし、また、点  $X$  を通過して流れる電流を図の矢印の向きを正とし  $I, I_1, I_2$  とする。このとき以下の問いに答えよ。ただし、 $L$  以外の回路のインダクタンスおよび導線の抵抗は考えなくてよい。

- (1)  $V$  と  $I$  および  $V$  と  $I_1$ 、 $V$  と  $I_2$  の関係をそれぞれ記せ。
- (2)  $V$  が次の微分方程式を満たすことを導け。

$$\frac{d^2V}{dt^2} + \left(\frac{1}{RC}\right) \frac{dV}{dt} + \left(\frac{1}{LC}\right) V = 0 \quad (\text{i})$$

- (3) (i) が振動解、

$$V(t) = e^{-\lambda t} (A \cos \omega t + B \sin \omega t) \quad (\text{ii})$$

をもつためには  $R$  はある値  $R_0$  よりも大きくなければならない。 $R_0$  を  $L$  と  $C$  を用いて表せ。

- (4)  $R > R_0$  のとき、 $\lambda$  および  $\omega$  を  $C, R, L$  を用いて表せ。
- (5) 初期条件を示し、式 (ii) の定数  $A, B$  が、それぞれ  $A = V_0, B = -\frac{V_0}{2\omega RC}$  と求められることを示せ。
- (6)  $V_0 = 1\text{V}, R = 50\Omega, C = 0.1\mu\text{F}, L = 10\mu\text{H}$  とするとき、減衰の緩和時間  $\tau (\equiv \lambda^{-1})$  および振動の周期  $T (\equiv 2\pi/\omega)$  を概算せよ。
- (7)  $I_1$  の時間変化の概略を図示せよ。(特徴となる物理量がわかるように描け。)