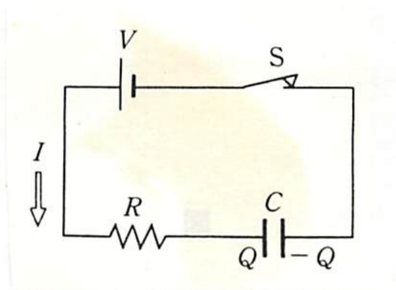
RC-circuit-1-ga140525.pdf

[illegible]



図のように，起電力Ｖの電池，電気抵抗Ｒと電気容量Ｃのコンデンサーを直列に接続し，スイッチＳを入れてコンデンサーを充電する。

（１）時間ｔが経過したときの電流Ｉ（ｔ）とコンデンサーの極板に蓄えられる電荷Ｑ（ｔ）を求めよ。

（２）横軸にｔをとって結果（ＩとＱ）をグラフにせよ。
（ｔ＝0と十分時間が経過するときを明記せよ。）
そして，Ｒ＝1000オーム，Ｃ＝2μＦの場合に，時定数（＝これらの過渡現象の続く時間の目安である時間）を計算せよ。

ただし，電流が時間的に変化する場合でも，その変化がゆっくりであれば各瞬間ごとにキルヒホッフの法則を適用することができる。（＝準定常電流）

［解答例］

(1) キルヒホッフの第2法則より

$$V = R\cdot I(t) + \frac{Q(t)}{C} \quad \cdots\cdots ① \quad (V, R:一定)$$

充電のときは

$$I(t) = \frac{dQ(t)}{dt} \quad \cdots\cdots ②$$

②を①に代入して

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{RC}(Q - CV) \quad ;(R, C, V:一定)$$

$$\rightarrow \frac{dQ}{Q-CV} = -\frac{1}{RC}dt$$

$$\rightarrow \log(Q - CV) = -\frac{1}{RC}t + \mathrm{const}$$

$$\rightarrow Q(t) - C\cdot V = C_0\cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad (C_0:積分定数)$$

明らかに $Q(t=0) = 0$

$$\rightarrow 0 - CV = C_0 \rightarrow C_0 = -CV$$

$$\boxed{Q(t) = CV\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)}$$

$$\rightarrow \boxed{I(t) = \frac{V}{R}e^{-\frac{t}{RC}}}$$

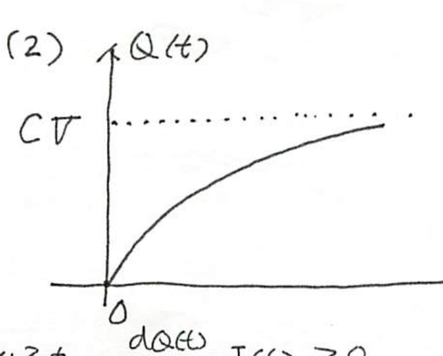
（別解）

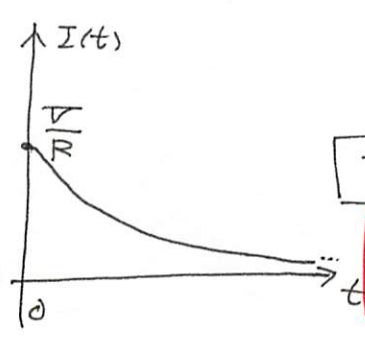
$$\frac{dQ}{dt} + \frac{1}{RC}Q(t) = \frac{V}{R} \quad ③$$

③の一般解は 右辺をゼロにおいた方程式の一般解 $C_0\cdot e^{-\frac{t}{RC}}$（$C_0$:積分定数）と③の特殊解（$Q(t) = C\cdot V$）の和であるから

$$Q(t) = C_0\cdot e^{-\frac{t}{RC}} + C\cdot V$$

(2)





$$\tau = RC$$
$$= 10^3\,\Omega \times 2\times 10^{-6}\,\mathrm{farad}$$

$$\boxed{\tau = 2\times 10^{-3}\,\mathrm{s}}$$

OK
$= 0.002\,\mathrm{sec}$

傾き $\frac{dQ(t)}{dt} = I(t) > 0$
$= \frac{V}{R}$ for $t = 0$