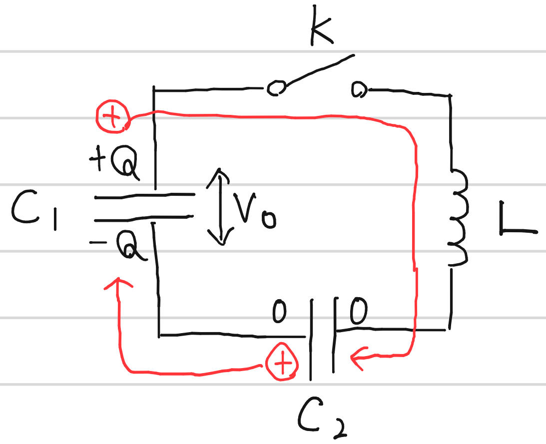
338

(ア)

電荷は下図のように動こうとする。



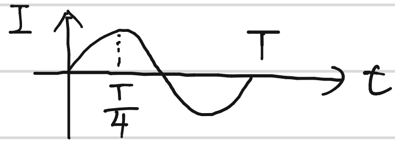
ただし、スイッチ切り換え直後はコイルが直前のI (I=0)をキープするため流れない。

よって

$I = 0$ // (ア)

(イ)

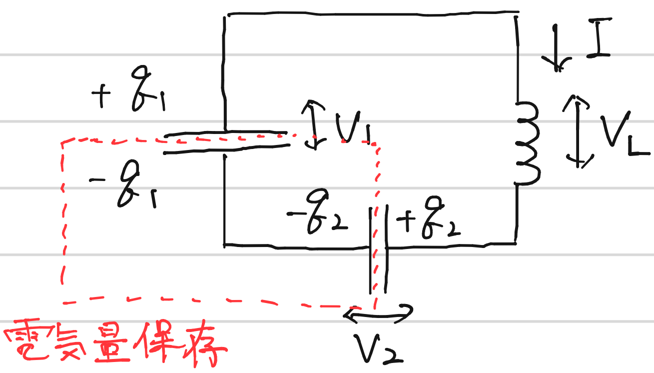
振動電流は下のようなグラフとなる



Iが最大となるのは $t = \frac{T}{4}$ // (イ) といえる。

(ウ)(エ)

コンデンサーが2つあるので1周期の流れが、コンデンサーが1つのときと異なる　任意の時刻での回路の式をたててみる。



ここで

$$V_L = -L\frac{dI}{dt}$$

よって、キルヒホッフ第2法則より

$$V_1 - L\frac{dI}{dt} - V_2 = 0$$

Iが最大のとき $\frac{dI}{dt} = 0$ なのでキルヒホッフ第2法則の式は

$$V_1 - V_2 = 0$$

$$\Rightarrow V_1 = V_2 \quad \cdots ①$$

とかける。

338 (ウ)(エ) 続き

また、電気量の保存より

$-Q = -q_1 - q_2 \quad \cdots ②$

また、$Q = CV$ より

①より $V_2 = V_1$

$Q = C_1 V_0$ ， $q_1 = C_1 V_1$ ， $q_2 = C_2 V_2 (= C_2 V_1) \quad \cdots ③$

③を②に代入して

$-C_1 V_0 = -C_1 V_1 - C_2 V_1$

$\therefore V_1 = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2} V_0$ // (ウ)

$V_2 = V_1$ なので

$V_2 = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2} V_0$ // (エ)

(オ)

エネルギーの保存より

$$\frac{1}{2} C_1 V_0^2 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 + \frac{1}{2} C_2 V_2^2 + \frac{1}{2} L I_M^2$$

$$\frac{1}{2} C_1 V_0^2 = \frac{1}{2} (C_1 + C_2) V_1^2 + \frac{1}{2} L I_M^2$$

$$\frac{1}{2} C_1 V_0^2 = \frac{1}{2} (C_1 + C_2) \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2} V_0 \right)^2 + \frac{1}{2} L I_M^2$$

$\therefore I_M = \sqrt{\dfrac{C_1 C_2}{L (C_1 + C_2)}} V_0$ // (オ)

(カ)

C_2 の極板間電圧が最大となるのは、C_2 への電流がとまり、⊕が新たに運びこまれなくなったときである。

よって(イ)で書いたグラフより

$t_2 = \dfrac{T}{2}$ // (カ)

338 続き

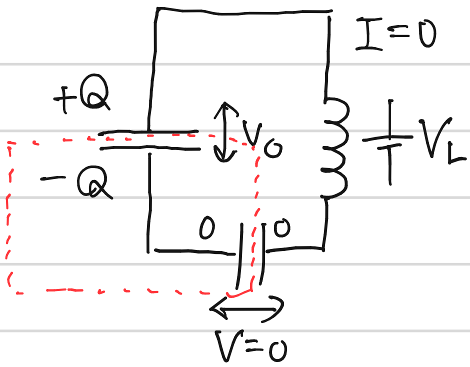
(キ)

(カ)の説明の通り，$I=0$ となったときに V_2 は最大となる．(キ)

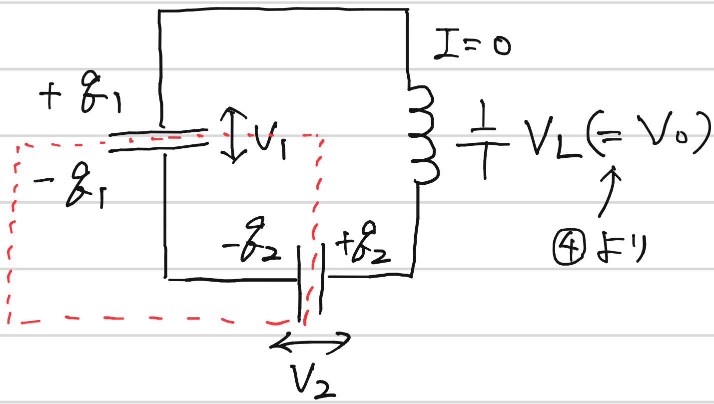
(ク)

(イ)のグラフを見ると，$t=0$ のときと，$t=t_2\left(=\frac{T}{2}\right)$ のときの $\frac{dI}{dt}$ の大きさは等しいといえる．このことより，t_2 のときの V_L は $t=0$ のときと同じ大きさで逆向きといえるのだ．

$(t=0)$



$(t=t_2)$



キルヒホッフ則より

$$V_L=V_0 \quad \cdots ④$$

キルヒホッフ則より

$$V_1+V_L=V_2$$

$$\Rightarrow V_1+V_0=V_2$$

$$\Rightarrow V_2=V_1+V_0 \quad \cdots ⑤$$

また，電気量保存より

$$-Q=-q_1-q_2$$

$$\Rightarrow -C_1V_0=-C_1V_1-C_2V_2 \quad \cdots ⑥$$

⑤を代入して

$$-C_1V_0=-C_1V_1-C_2(V_1+V_0)$$

$$(C_1+C_2)V_1=(C_1-C_2)V_0$$

$$\therefore V_1=\frac{C_1-C_2}{C_1+C_2}V_0$$

よって絶対値は $\frac{|C_1-C_2|}{C_1+C_2}V_0$ (ク)

※付属の解説と q の正負の設定がちがい，途中式や答えが少しちがっている．

※ $C_1<C_2$ だと，C_1 での電荷の正負が逆になり，付属の解説のようになる．

※電気量保存を意識しながら文字設定すると，このノートのように解くことになるはず．