

# 講義中の注意



- 講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。
- 進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。
- 質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

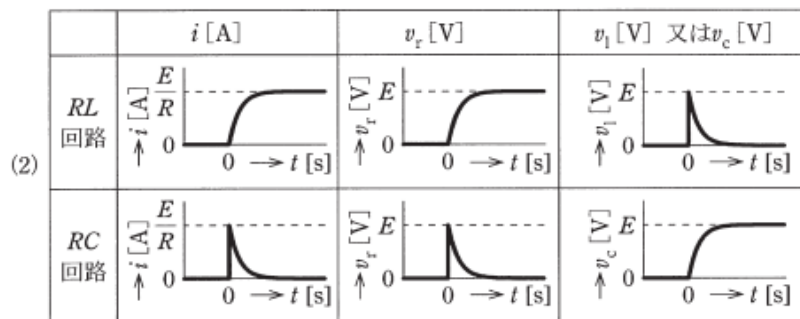
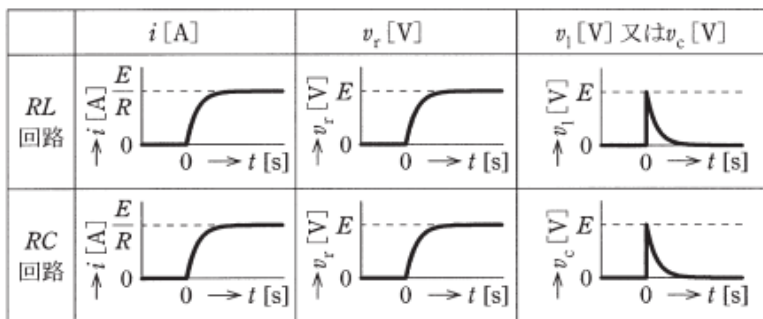
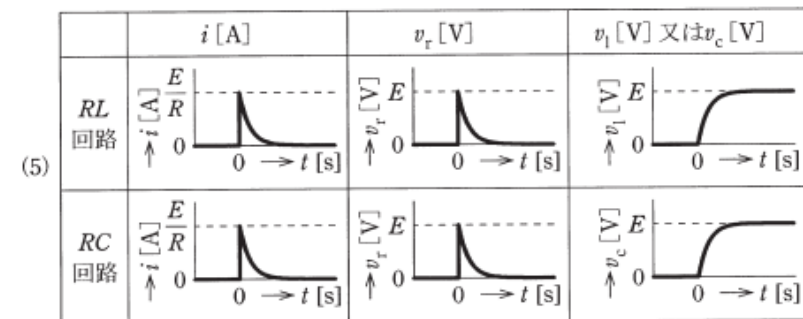
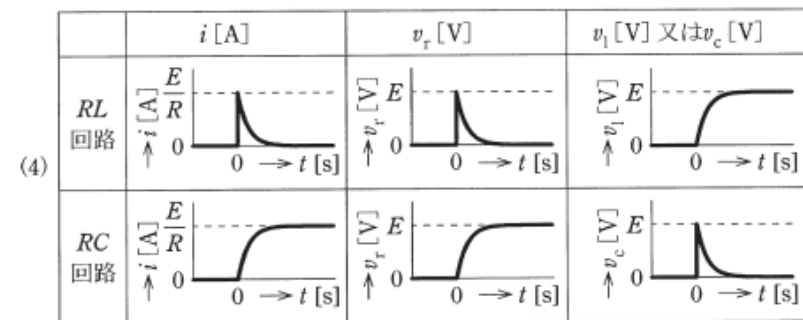
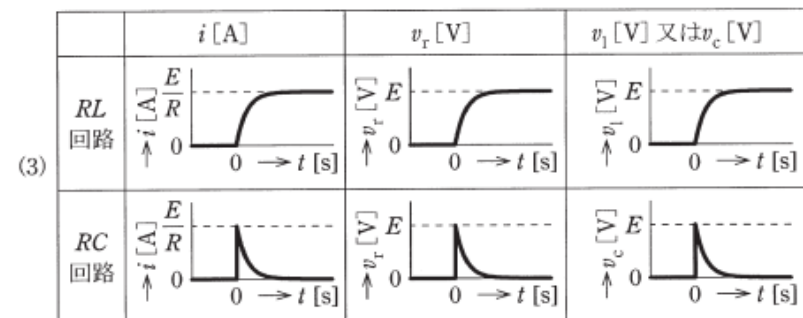
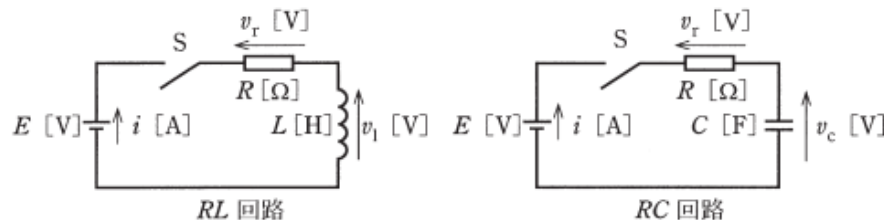
# 電験三種 ライブ講義

## 第4回 過渡応答

# H27 問10

問10 図のように、直流電圧  $E$  [V] の電源、抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗器、インダクタンス  $L$  [H] のコイルまたは静電容量  $C$  [F] のコンデンサ、スイッチ  $S$  からなる2種類の回路 ( $RL$  回路、 $RC$  回路) がある。各回路において、時刻  $t=0$  s でスイッチ  $S$  を閉じたとき、回路を流れる電流  $i$  [A]、抵抗の端子電圧  $v_r$  [V]、コイルの端子電圧  $v_l$  [V]、コンデンサの端子電圧  $v_c$  [V] の波形の組合せを示す図として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

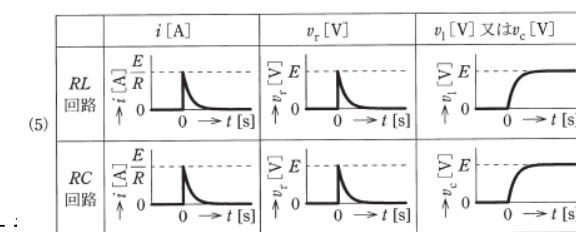
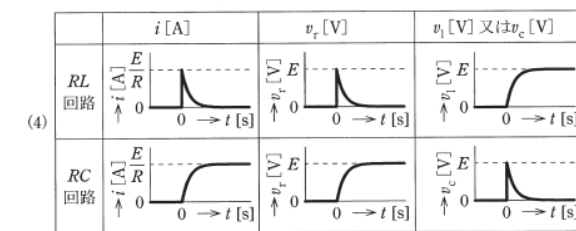
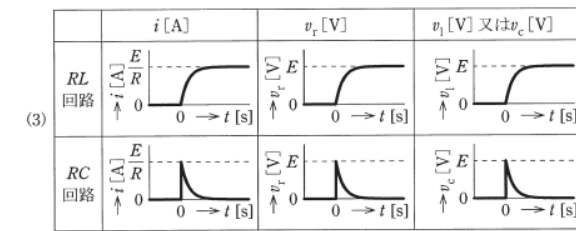
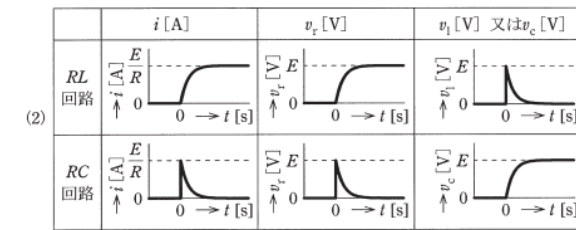
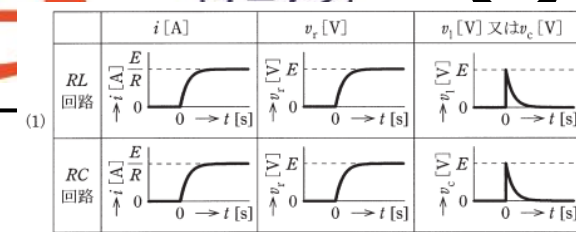
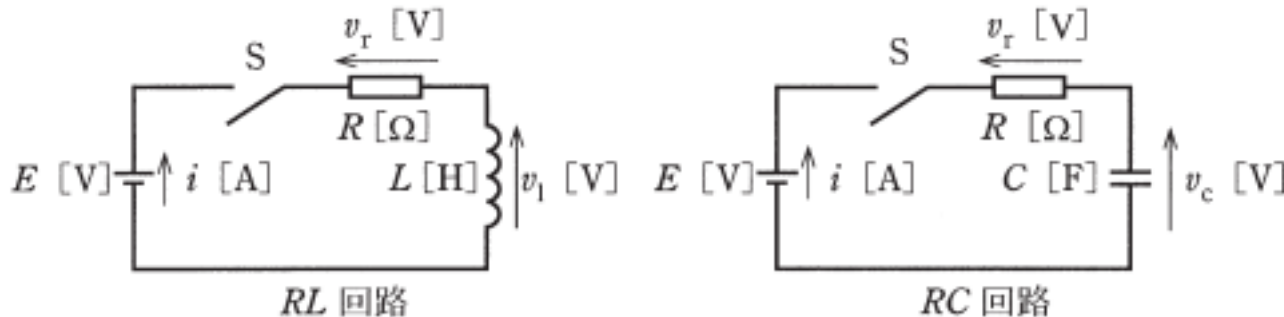
ただし、電源の内部インピーダンス及びコンデンサの初期電荷は零とする。



# 導出のポイント



【イメージ】



抵抗にかかる電圧  $v_R$  → 電流と同じ波形

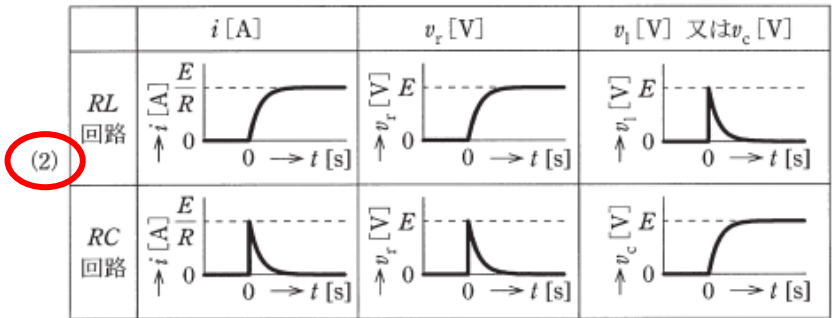
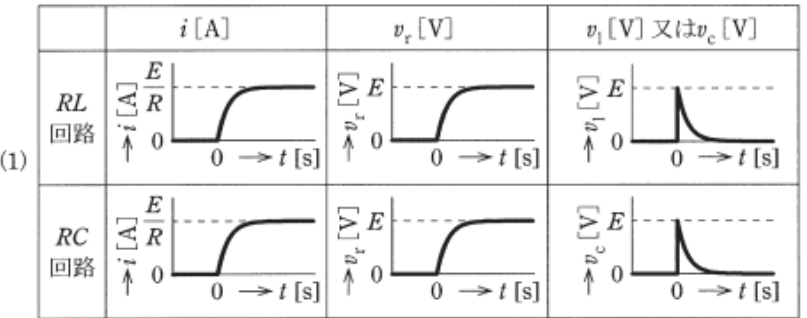
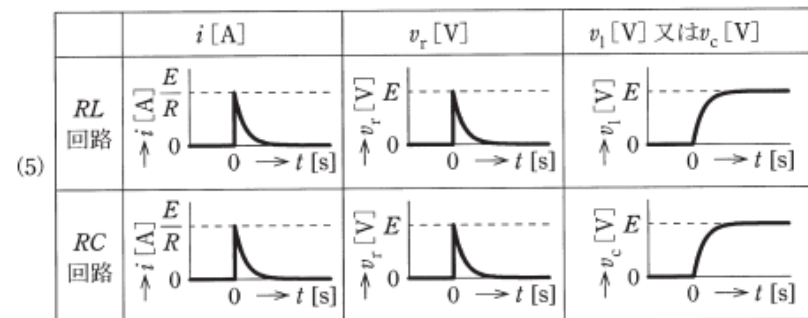
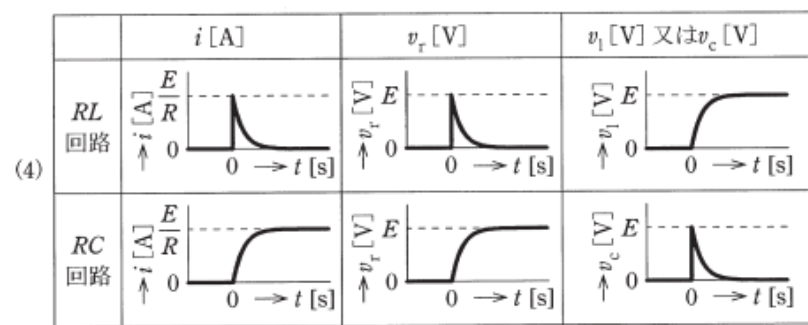
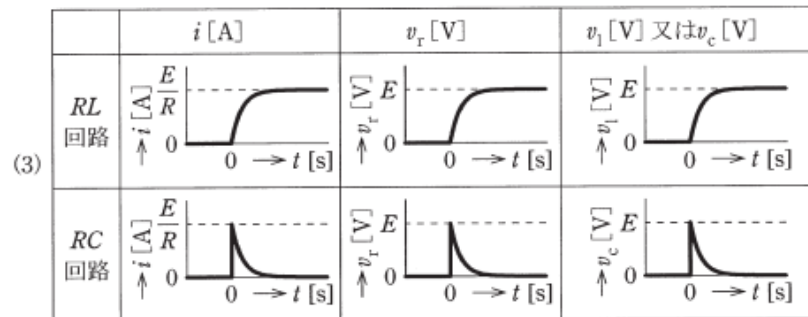
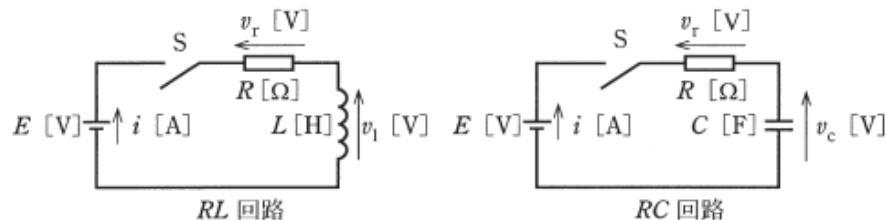
Lがあると → 最初は電流が流れない  
 時間がたつとLの抵抗は0 (短絡)。  
 最初に電圧がかかる。時間がたつと0。

Cがあると → 最初に電流が流れる  
 時間がたつとCの抵抗が $\infty$  (解放)。  
 時間がたつとCの電圧=電源電圧。

# H27 問10

問10 図のように、直流電圧  $E$  [V] の電源、抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗器、インダクタンス  $L$  [H] のコイルまたは静電容量  $C$  [F] のコンデンサ、スイッチ  $S$  からなる2種類の回路 ( $RL$  回路、 $RC$  回路) がある。各回路において、時刻  $t=0$  s でスイッチ  $S$  を閉じたとき、回路を流れる電流  $i$  [A]、抵抗の端子電圧  $v_r$  [V]、コイルの端子電圧  $v_l$  [V]、コンデンサの端子電圧  $v_c$  [V] の波形の組合せを示す図として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、電源の内部インピーダンス及びコンデンサの初期電荷は零とする。

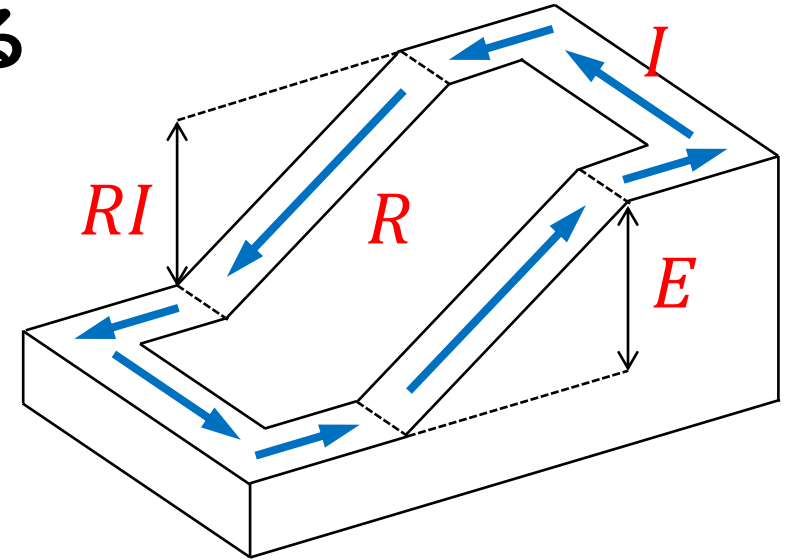


# 過渡応答を理解するために

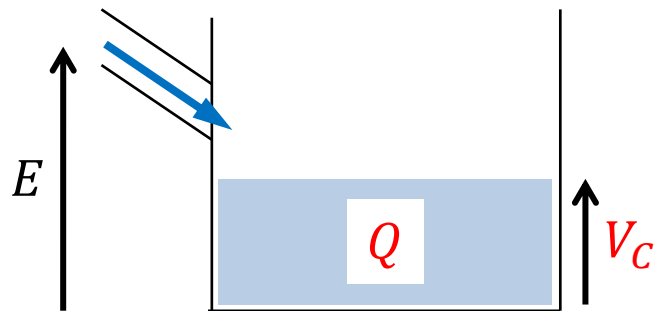
## 電気回路を「水の流れ」に置き換えて考える

- 電流 → 水の流れる速さ
- 電圧 → 水位 (送水ポンプの水圧)
- 抵抗 → 水路の抵抗 (水の通りにくさ)

- コンデンサは？
- コイルは？

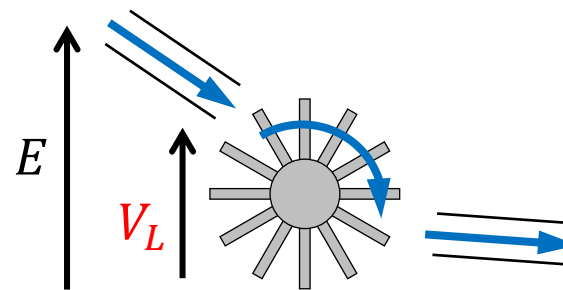


• コンデンサ → 水槽



C: 水槽の大きさ

• コイル → 水車



L: 水車の大きさ

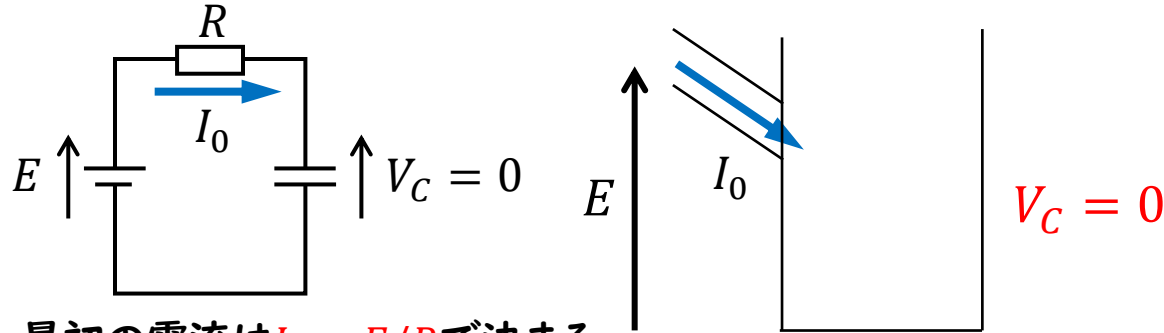
# コンデンサが「水槽」とは？

電流は (電源電圧) - (コンデンサの電圧) で決まる

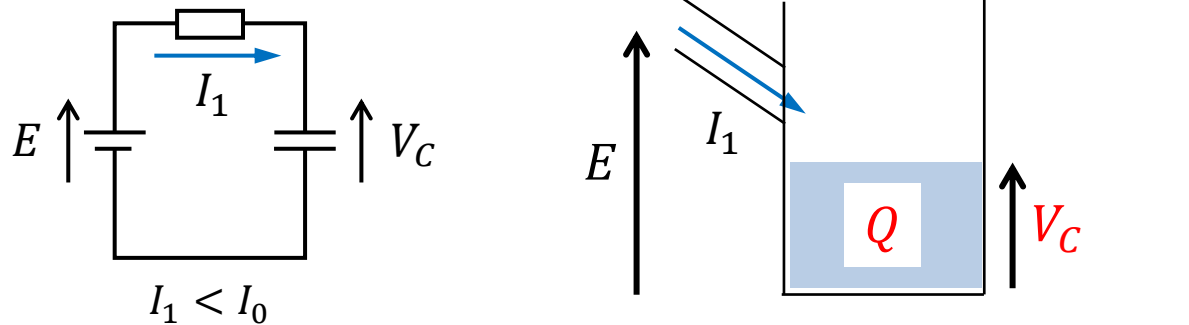
電流が流れなくなるまでの時間は？

→ 水槽が満水になるまでの時間で決まる

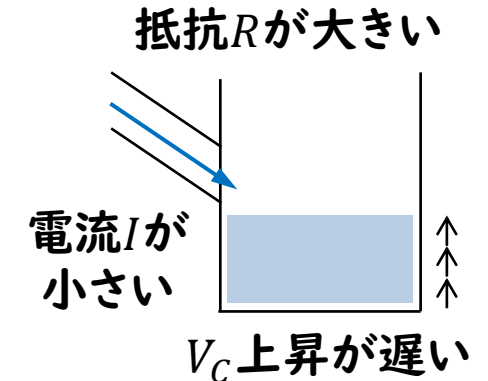
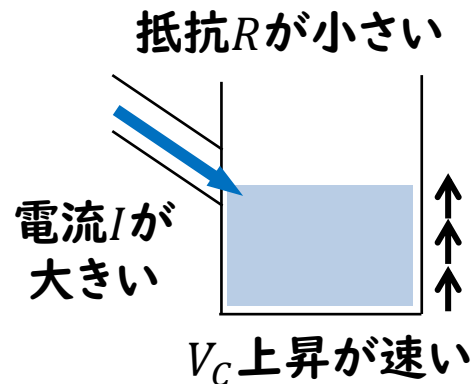
→ 水槽の大きさ (静電容量) と  
電流の流れやすさ (抵抗) で決まる



最初の電流は  $I_0 = E/R$  で決まる

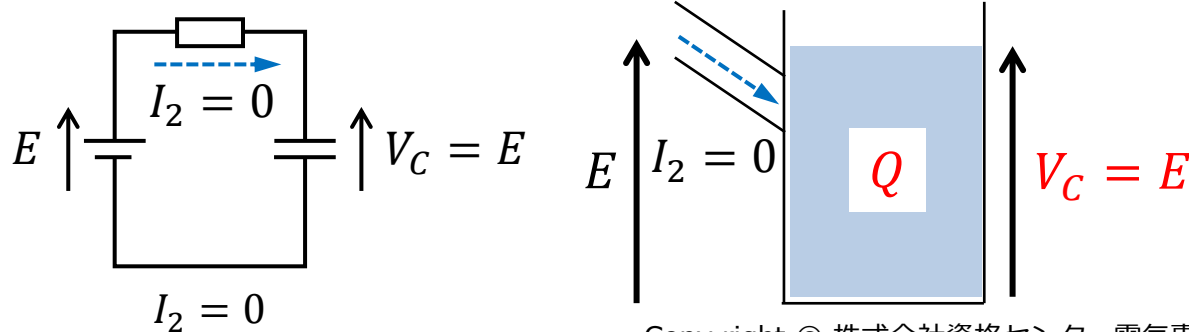


$I_1 < I_0$

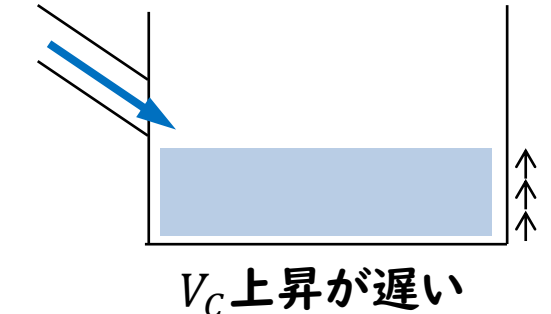
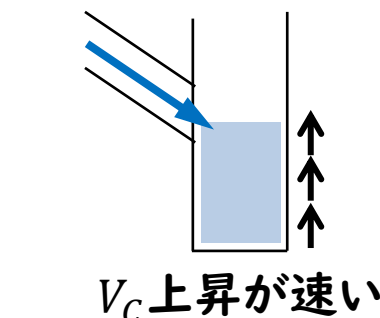


静電容量Cが小さい

静電容量Cが大きい

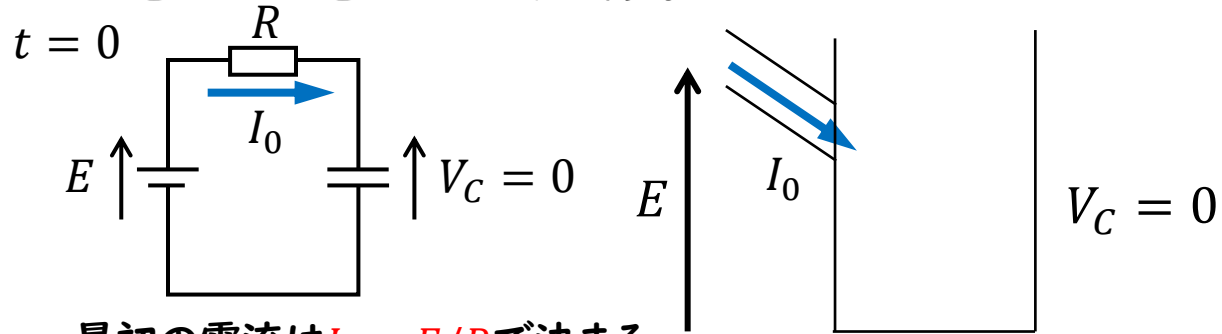


$I_2 = 0$

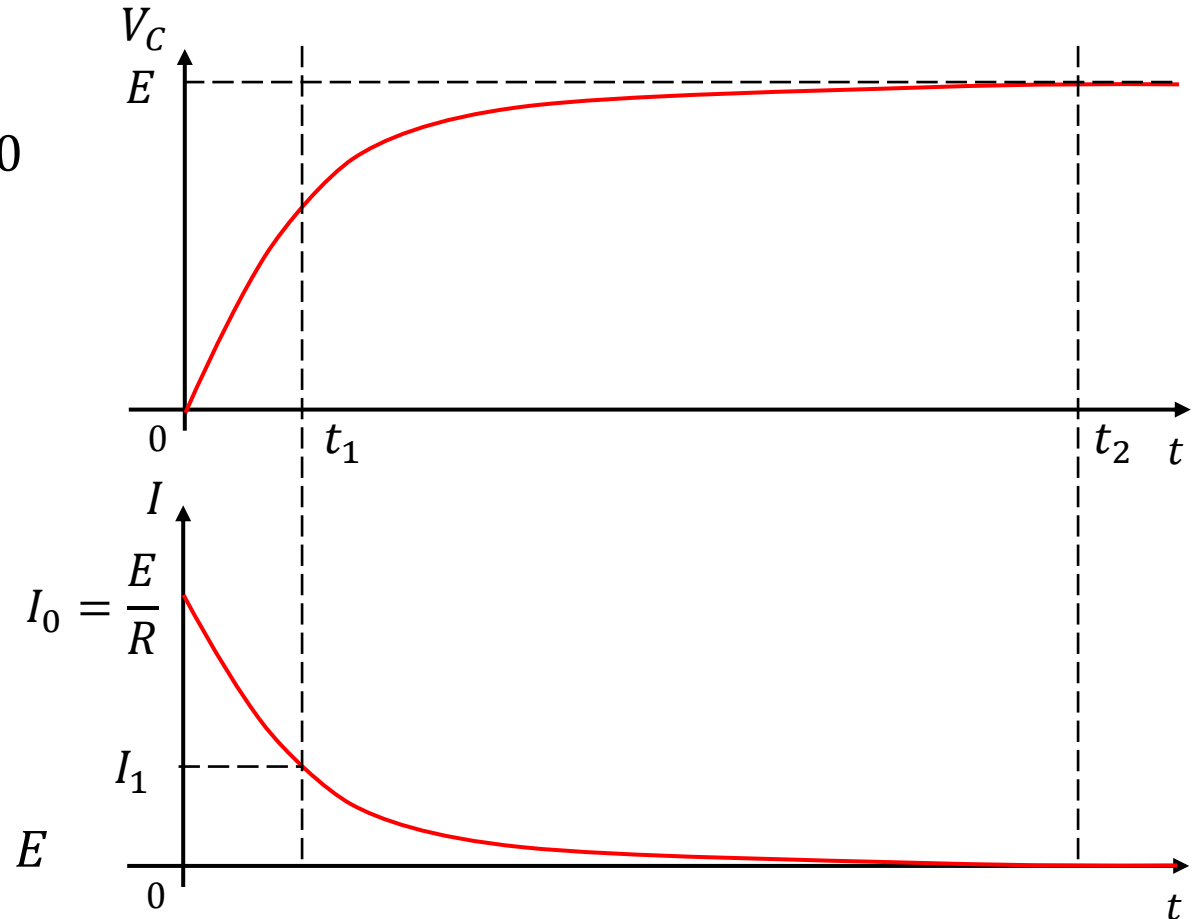
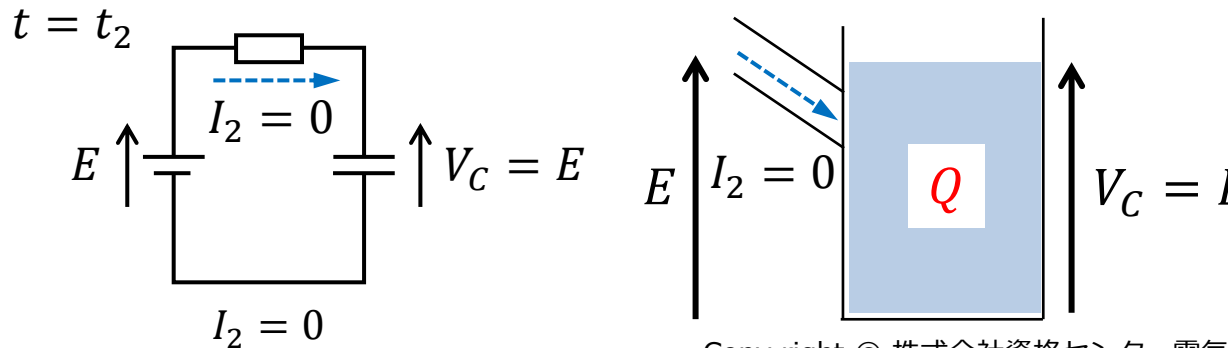
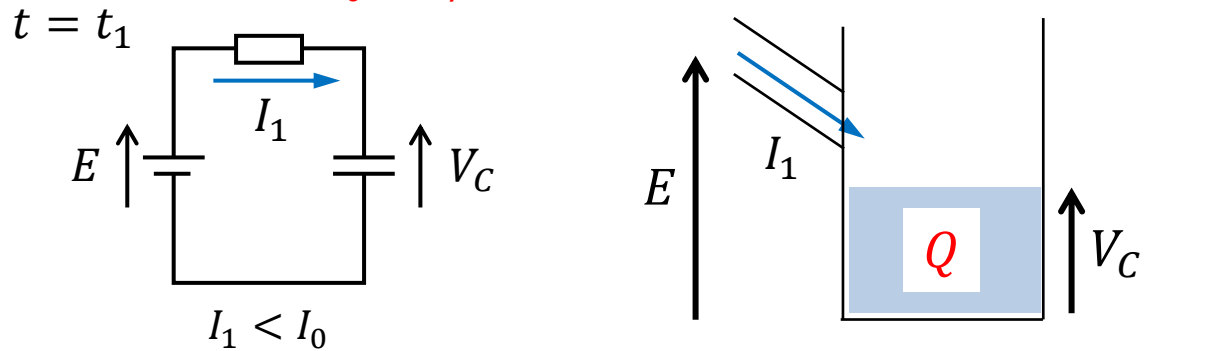


# コンデンサが「水槽」とは？

電流や電圧の時間変化を可視化する。→ 過渡応答



最初の電流は  $I_0 = E/R$  で決まる



# コンデンサが「水槽」とは？

電流が流れなくなるまでの時間は？

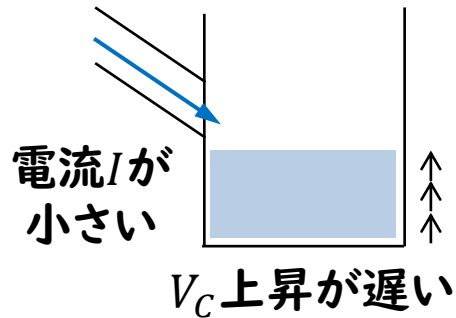
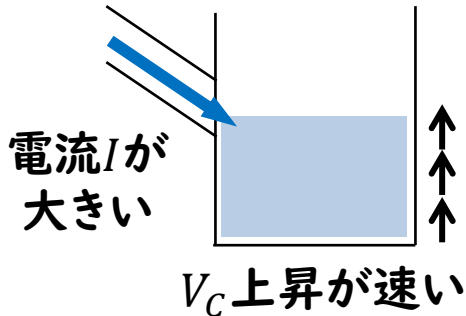
→水槽が満水になるまでの時間で決まる

→水槽の大きさ(静電容量)と

電流の流れやすさ(抵抗)で決まる

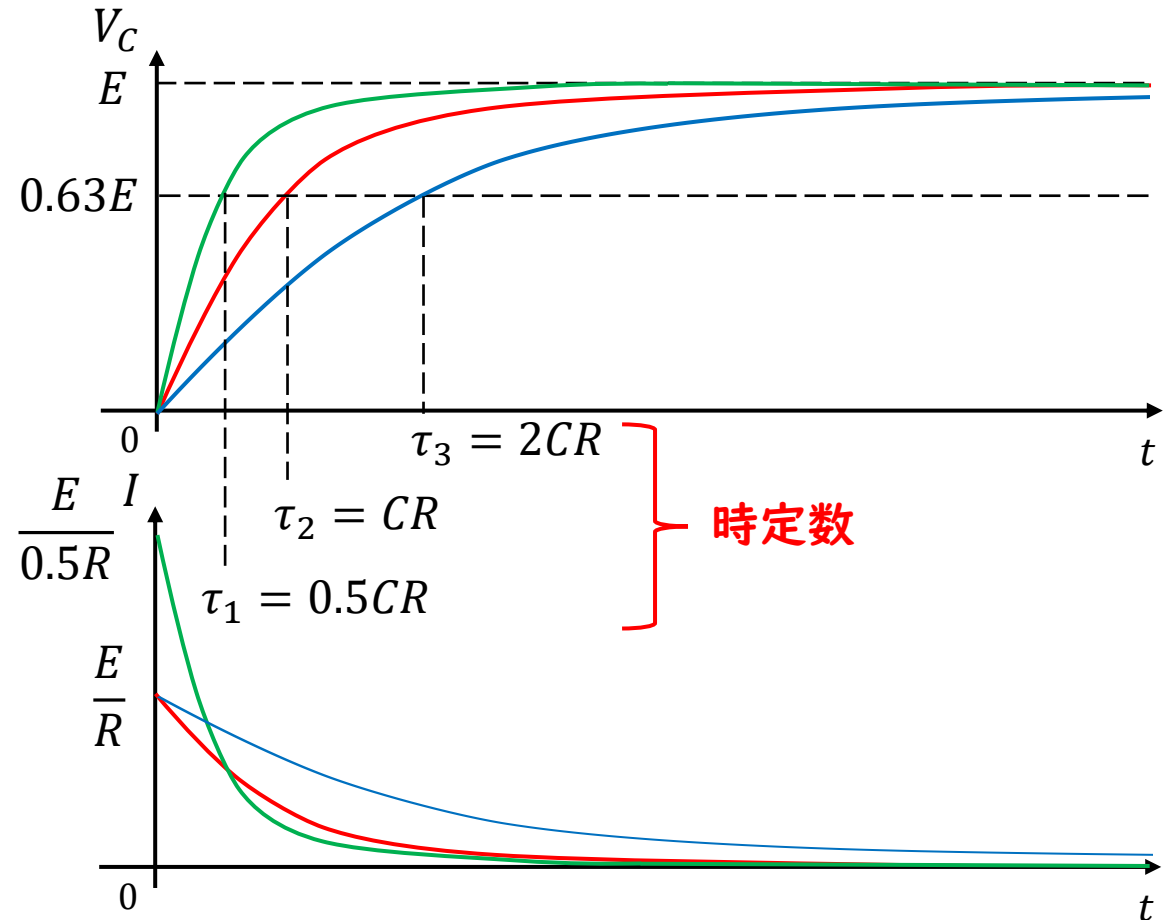
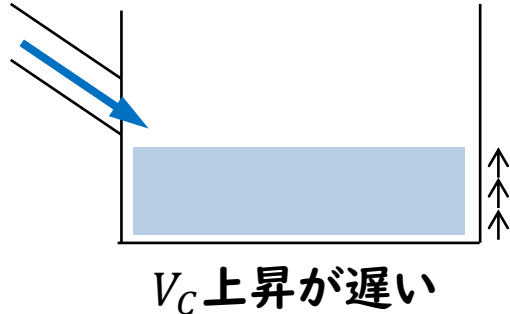
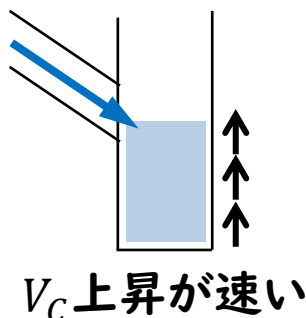
抵抗 $R$ が小さい( $0.5R$ )

抵抗 $R$ が大きい



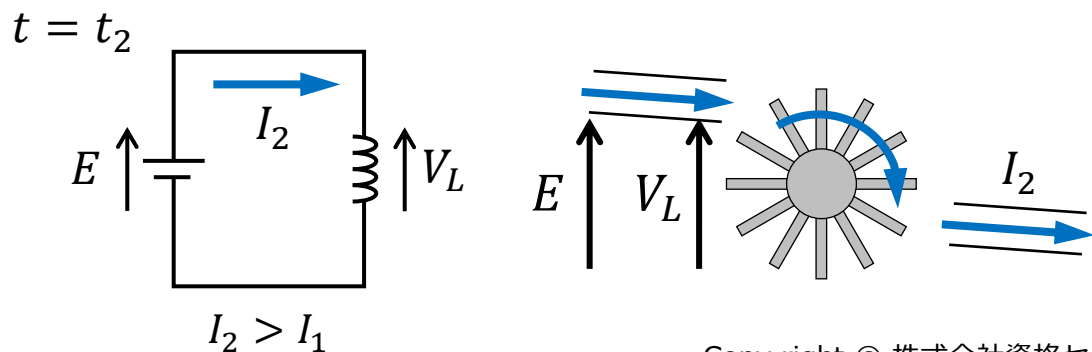
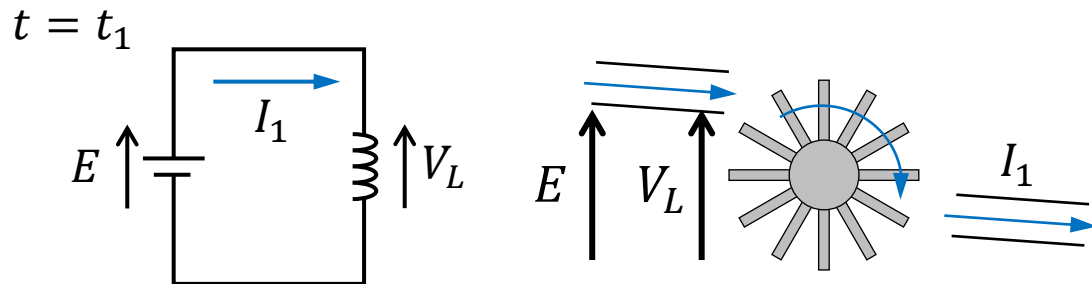
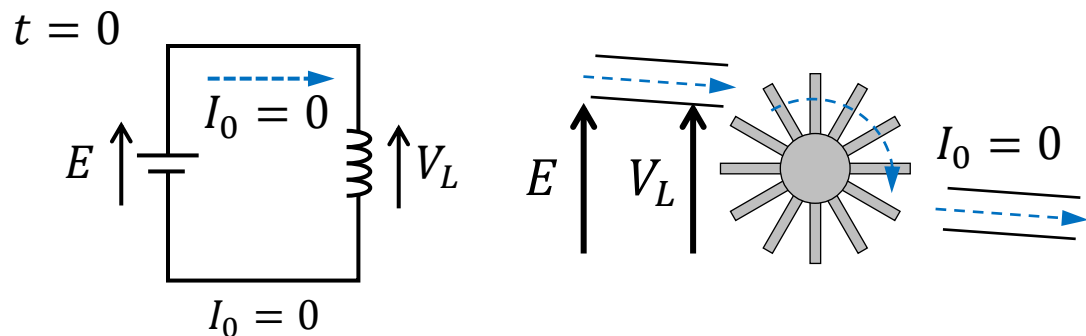
静電容量 $C$ が小さい

静電容量 $C$ が大きい( $2C$ )



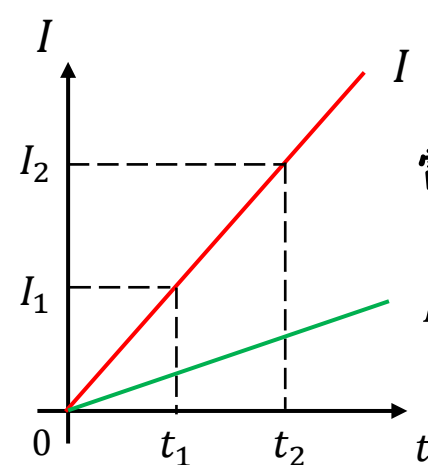
# コイルが「水車」とは？

コイルの電流は電源電圧により時間とともに増加する



コイルの電圧と電流の関係

$$V_L = L \frac{dI}{dt} \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E}{L}$$



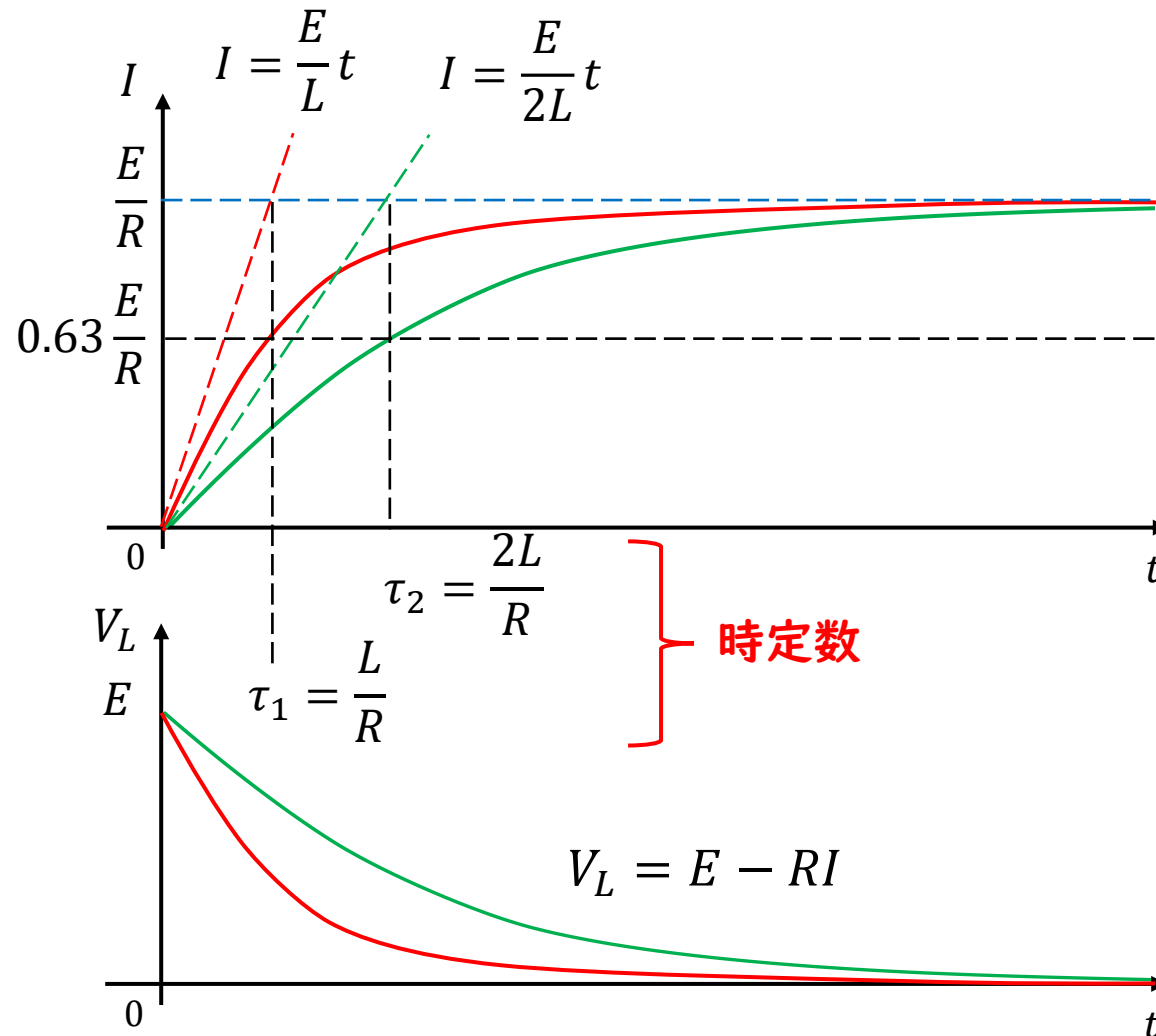
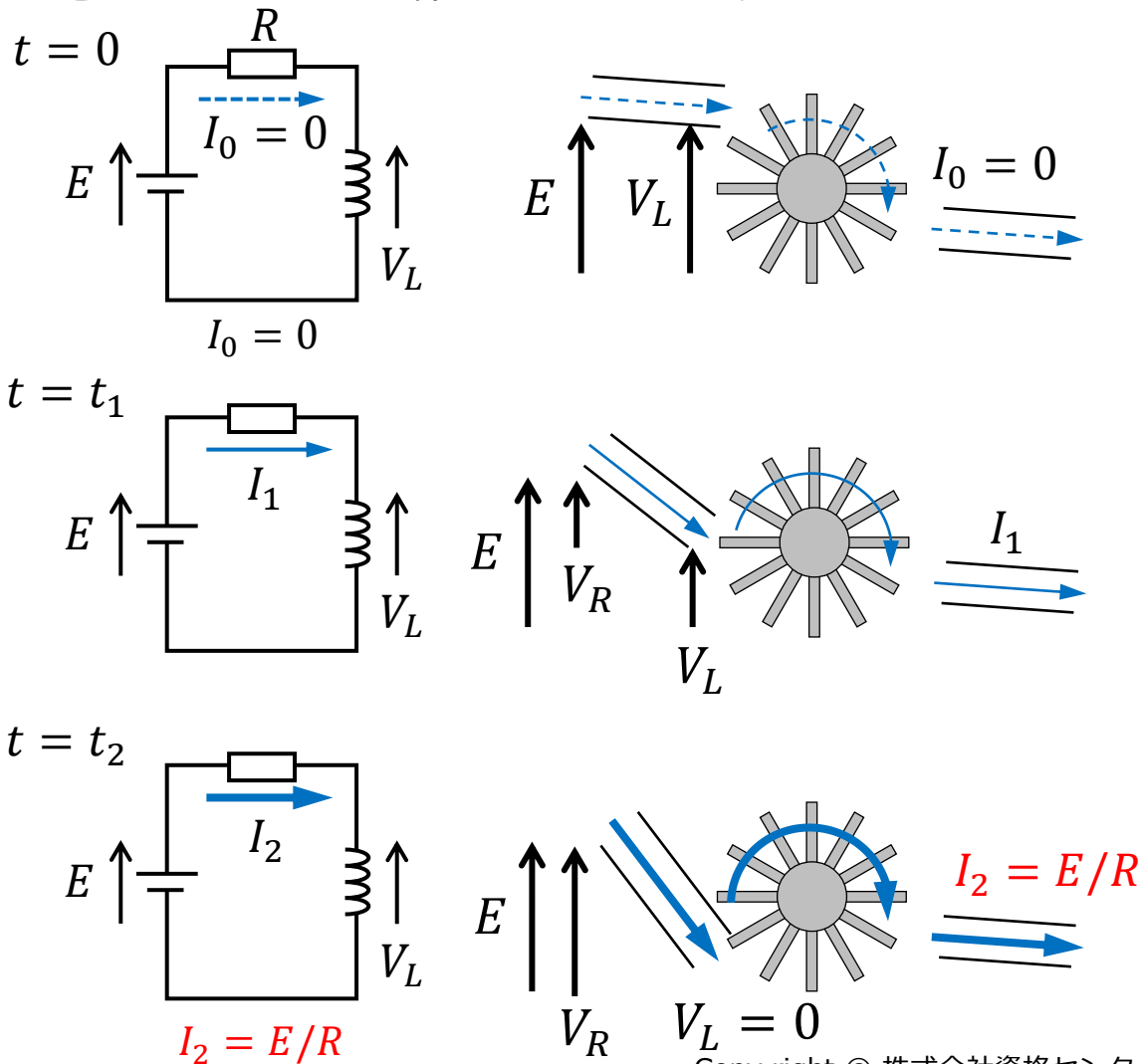
電流は時間に比例して増えていく

$L$ が大きいと、電流の傾きが小さくなる

水車大きい ( $L$ が大きい) と水の流の変化量 (電流の変化量) が小さくなる。

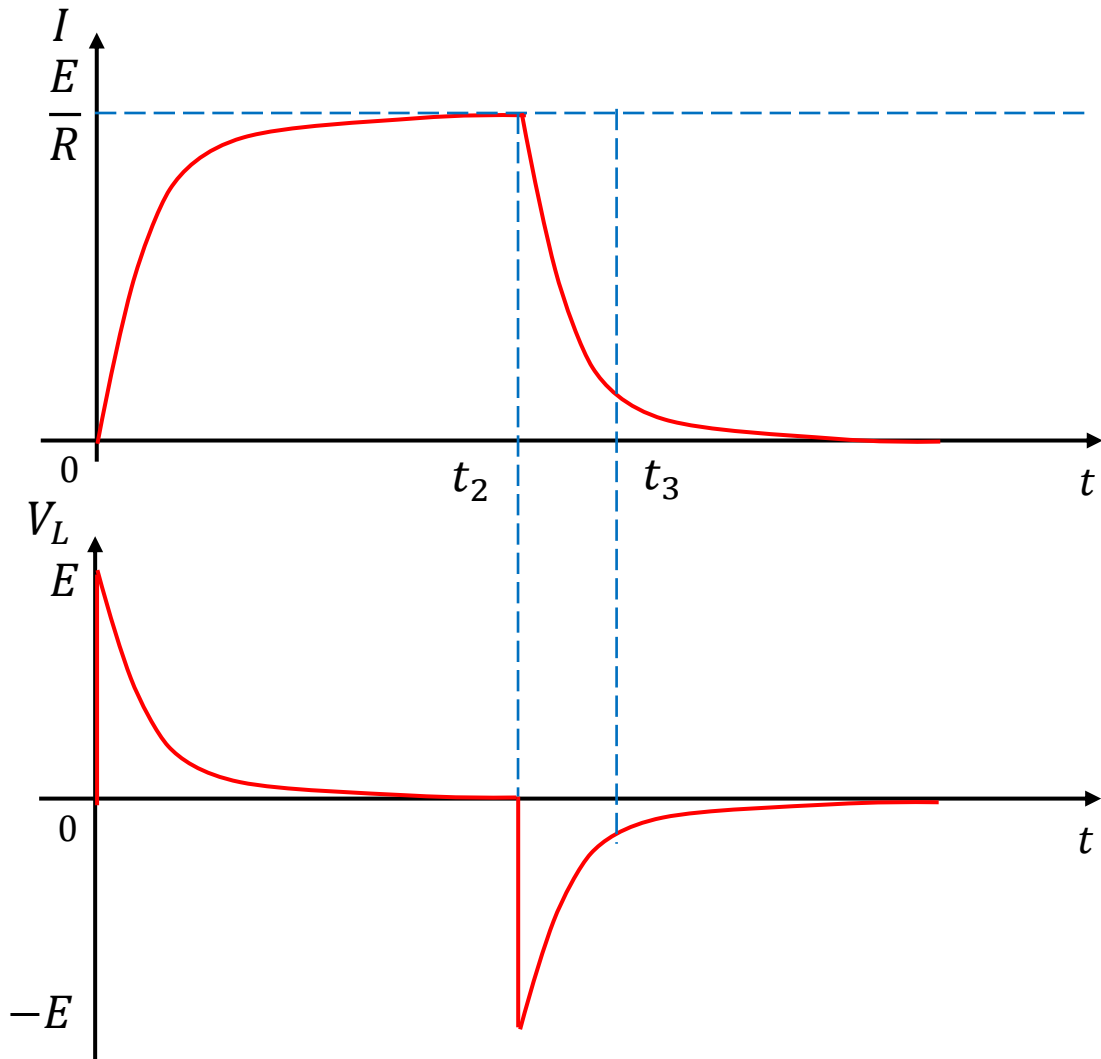
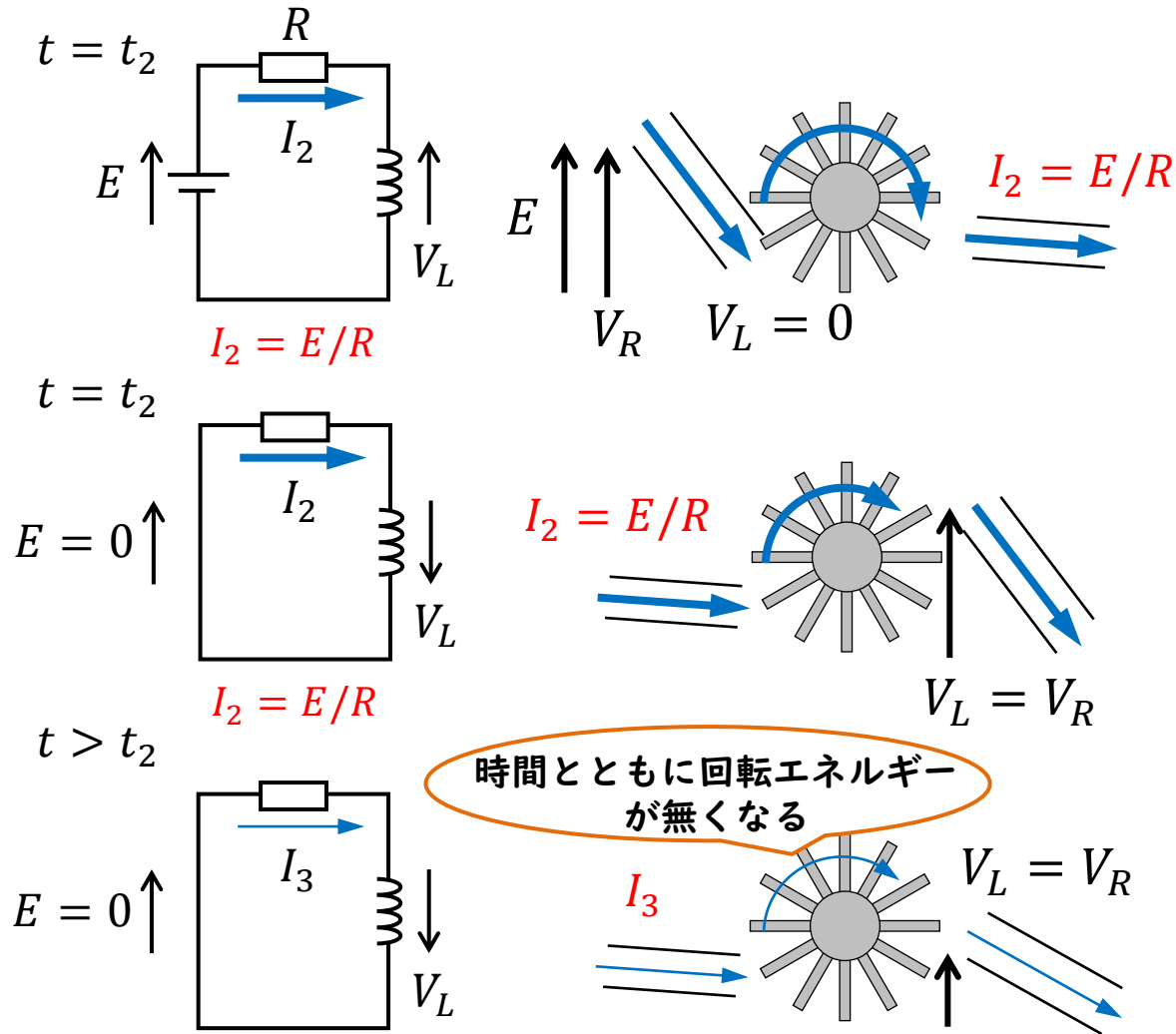
# コイルが「水車」とは？

電流はどこまで増える？ → 回路の抵抗  $R$  で決まる



# コイルが「水車」とは？

電源電圧  $E$  を  $0V$  に変化させたらどうなるか？

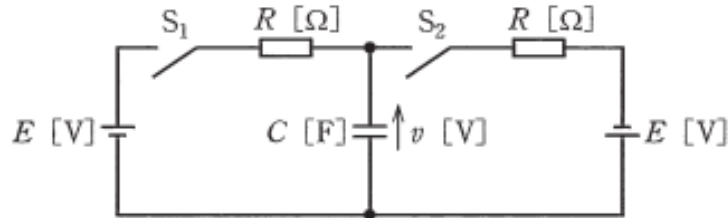


電気エネルギー：流体の運動エネルギー（速度水頭）  
 磁気エネルギー：回転エネルギー

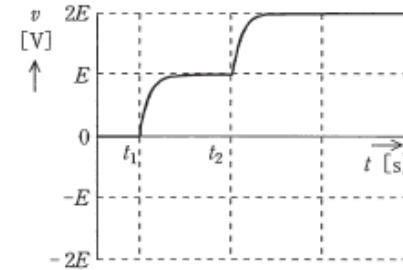
# H26 問11

問11 図のように、直流電圧  $E$  [V] の電源が 2 個、 $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗が 2 個、静電容量  $C$  [F] のコンデンサ、スイッチ  $S_1$  と  $S_2$  からなる回路がある。スイッチ  $S_1$  と  $S_2$  の初期状態は、共に開いているものとする。電源の内部インピーダンスは零とする。時刻  $t = t_1$  [s] でスイッチ  $S_1$  を閉じ、その後、時定数  $CR$  [s] に比べて十分に時間が経過した時刻  $t = t_2$  [s] でスイッチ  $S_1$  を開き、スイッチ  $S_2$  を閉じる。このとき、コンデンサの端子電圧  $v$  [V] の波形を示す図として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

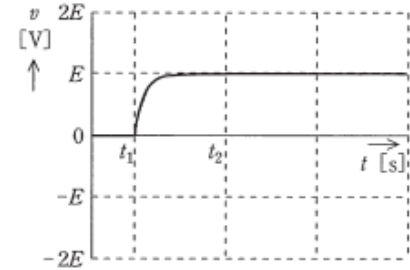
ただし、コンデンサの初期電荷は零とする。



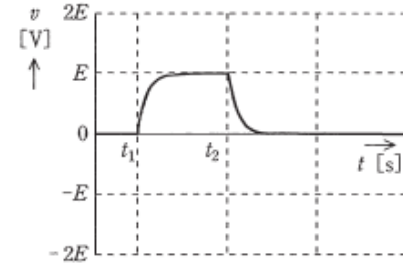
(1)



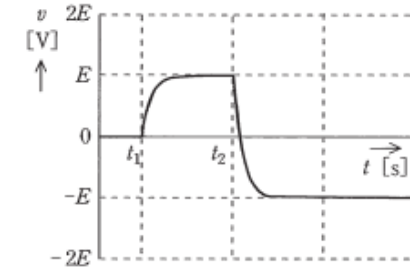
(2)



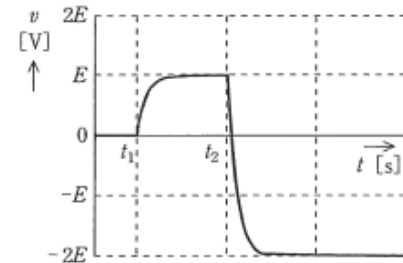
(3)



(4)

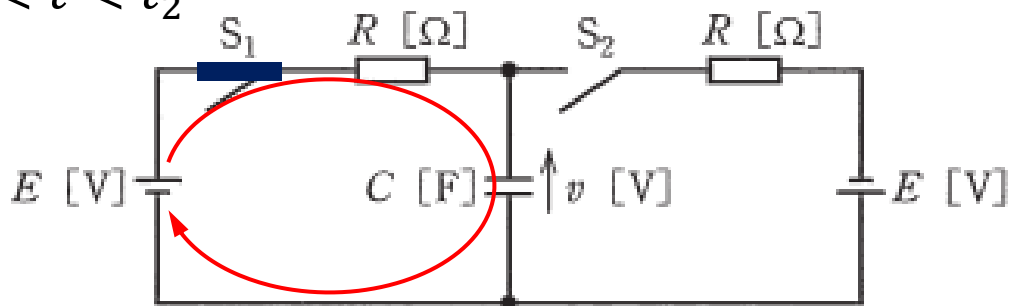


(5)

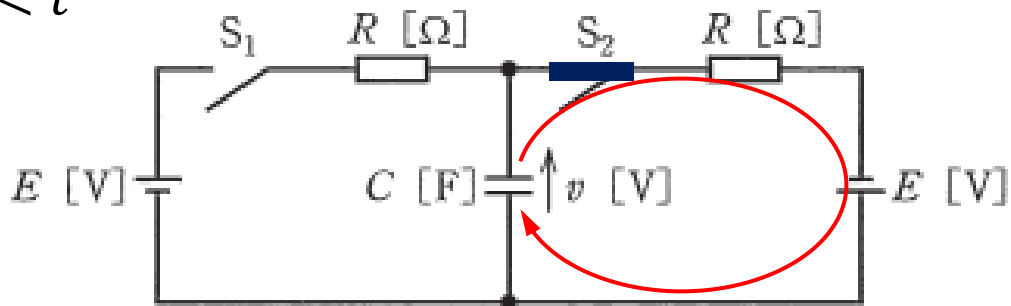


# 導出のポイント

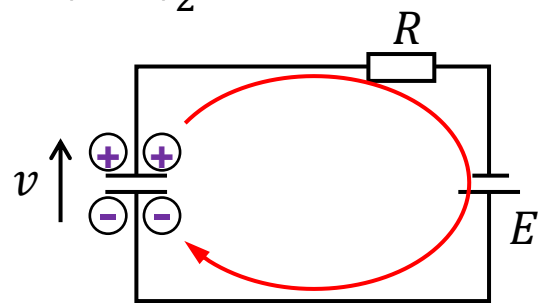
$t_1 < t < t_2$



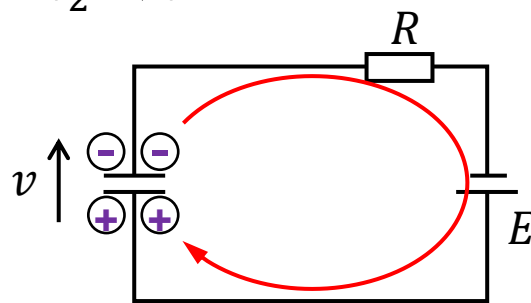
$t_2 < t$



$t = t_2$

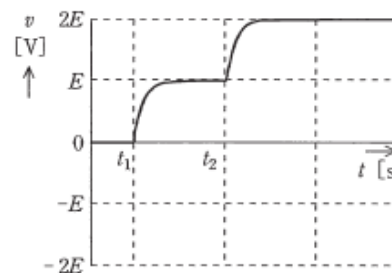


$t_2 < t$

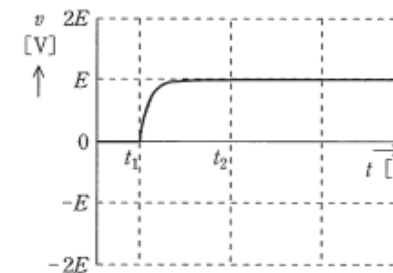


Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN

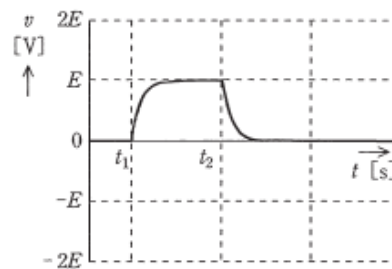
(1)



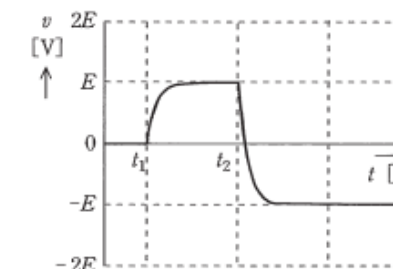
(2)



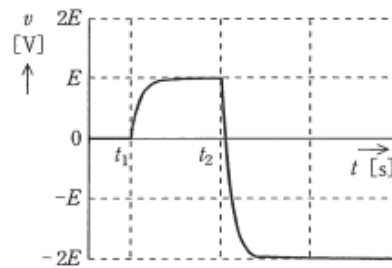
(3)



(4)



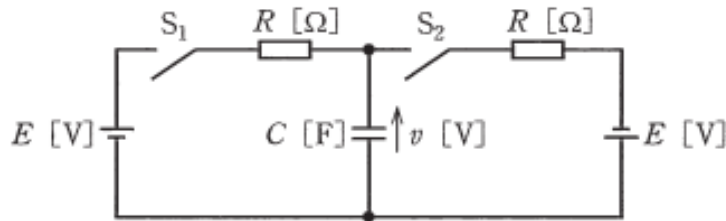
(5)



# H26 問11

問11 図のように、直流電圧  $E$  [V] の電源が2個、 $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗が2個、静電容量  $C$  [F] のコンデンサ、スイッチ  $S_1$  と  $S_2$  からなる回路がある。スイッチ  $S_1$  と  $S_2$  の初期状態は、共に開いているものとする。電源の内部インピーダンスは零とする。時刻  $t = t_1$  [s] でスイッチ  $S_1$  を閉じ、その後、時定数  $CR$  [s] に比べて十分に時間が経過した時刻  $t = t_2$  [s] でスイッチ  $S_1$  を開き、スイッチ  $S_2$  を閉じる。このとき、コンデンサの端子電圧  $v$  [V] の波形を示す図として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

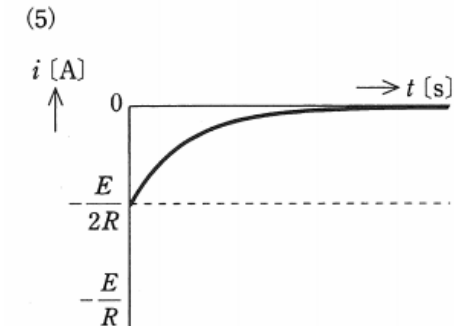
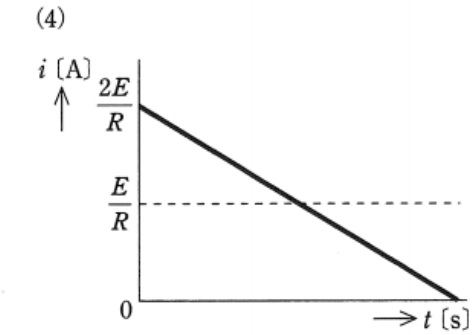
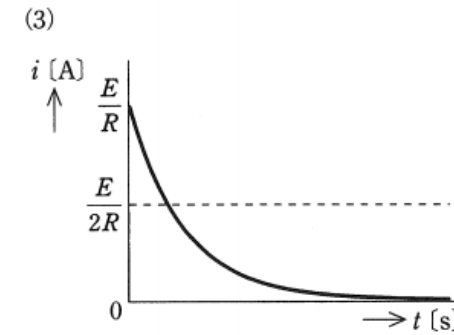
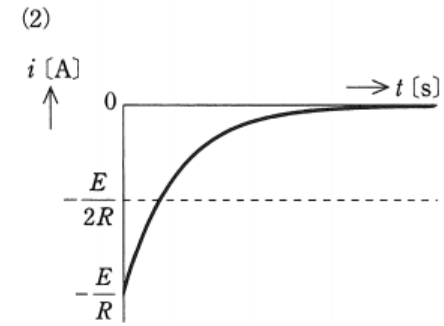
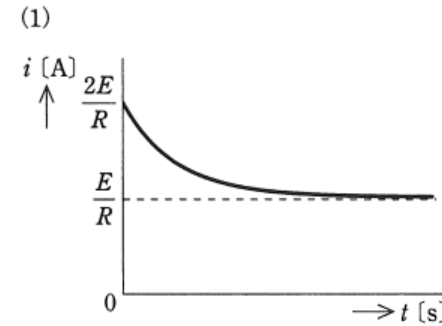
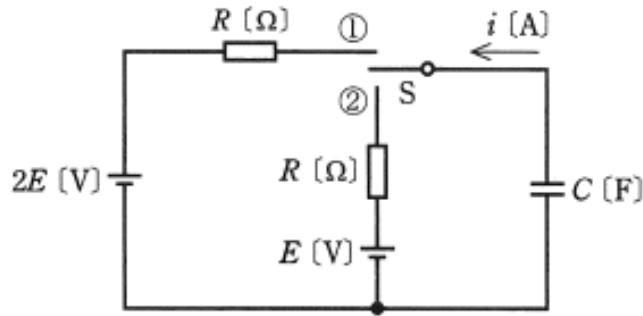
ただし、コンデンサの初期電荷は零とする。



- (1) (2) (3) (4) (5)

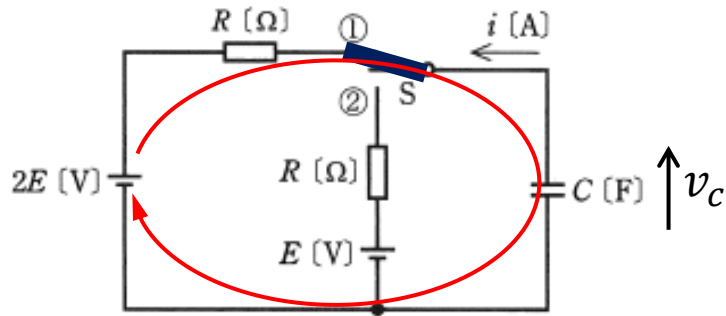
# H23 問10

問10 図のように、2種類の直流電源、 $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗、静電容量  $C$  [F] のコンデンサ及びスイッチ  $S$  からなる回路がある。この回路において、スイッチ  $S$  を①側に閉じて回路が定常状態に達した後に、時刻  $t=0$  [s] でスイッチ  $S$  を①側から②側に切り換えた。②側への切り換え以降の、コンデンサから流れ出る電流  $i$  [A] の時間変化を示す図として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

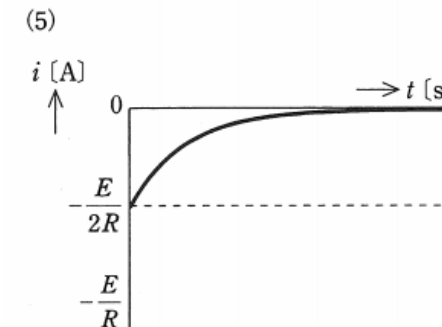
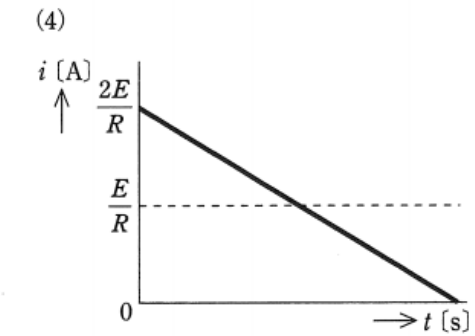
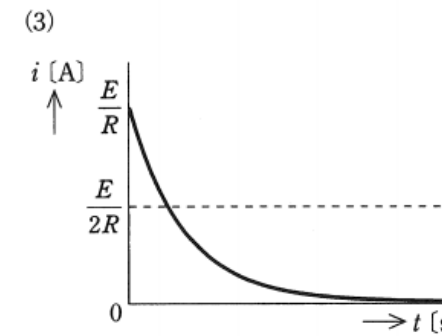
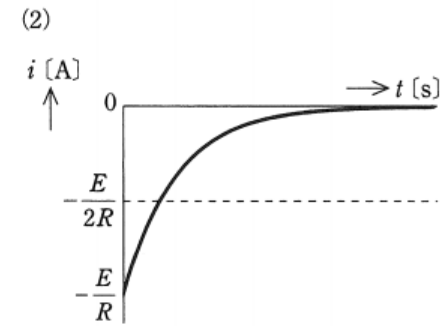
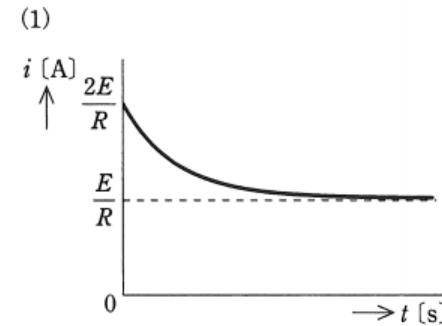
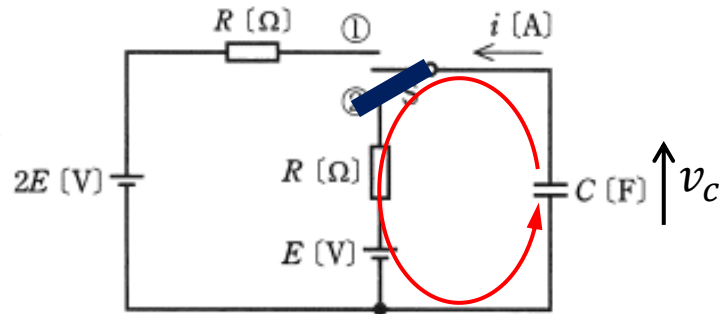


# 導出のポイント

$t_1 < 0$



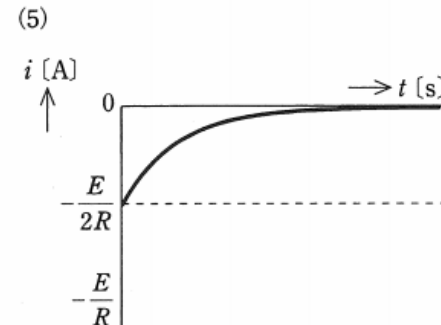
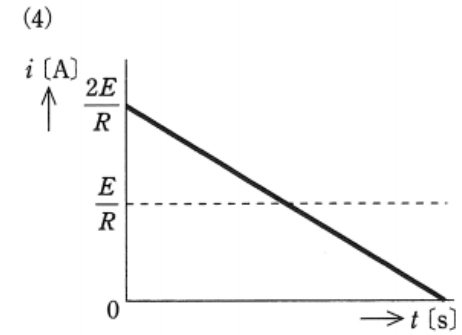
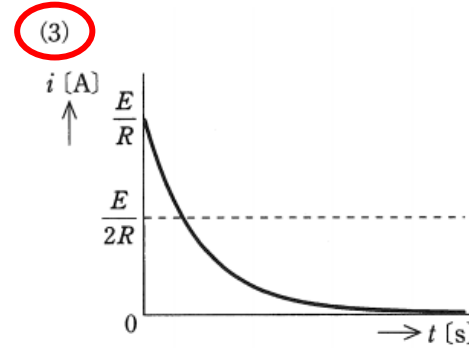
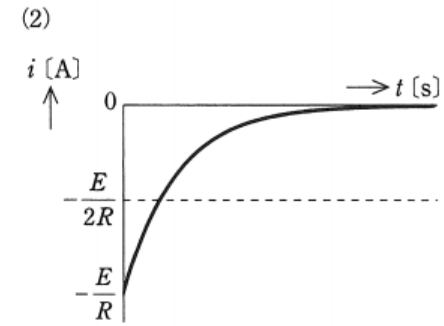
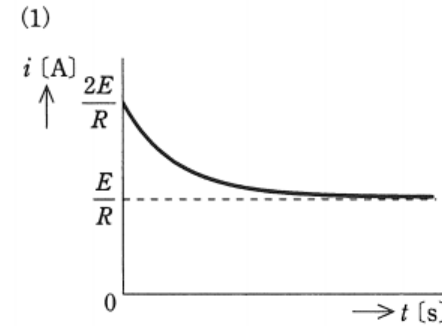
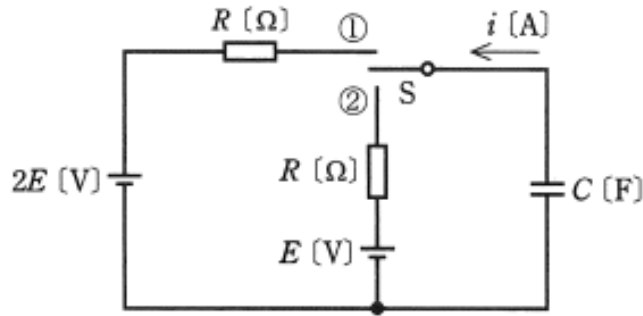
$0 < t$



Cがあると →最初に電流が流れる  
 時間がたつとCの抵抗が $\infty$  (解放)。  
 時間がたつとCの電圧=電源電圧。

# H23 問10

問10 図のように、2種類の直流電源、 $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗、静電容量  $C$  [F] のコンデンサ及びスイッチ  $S$  からなる回路がある。この回路において、スイッチ  $S$  を①側に閉じて回路が定常状態に達した後に、時刻  $t=0$  [s] でスイッチ  $S$  を①側から②側に切り換えた。②側への切り換え以降の、コンデンサから流れ出る電流  $i$  [A] の時間変化を示す図として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



# H21 問10

問10 図1のようなインダクタンス  $L$  [H] のコイルと  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗からなる直列回路に、図2のような振幅  $E$  [V]、パルス幅  $T_0$  [s] の方形波電圧  $v_i$  [V] を加えた。このときの抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の端子間電圧  $v_R$  [V] の波形を示す図として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、図1の回路の時定数  $\frac{L}{R}$  [s] は  $T_0$  [s] より十分小さく ( $\frac{L}{R} \ll T_0$ )、方形波電圧  $v_i$  [V] を発生する電源の内部インピーダンスは  $0$  [ $\Omega$ ] とし、コイルに流れる初期電流は  $0$  [A] とする。

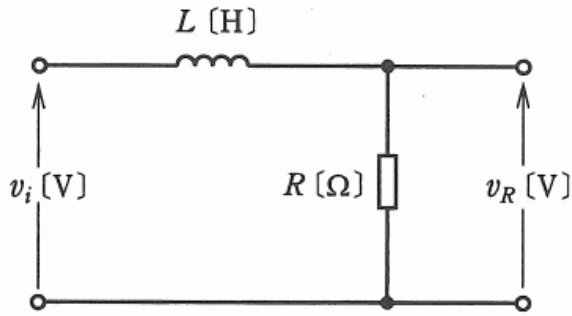


図 1

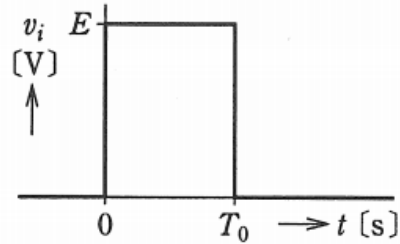
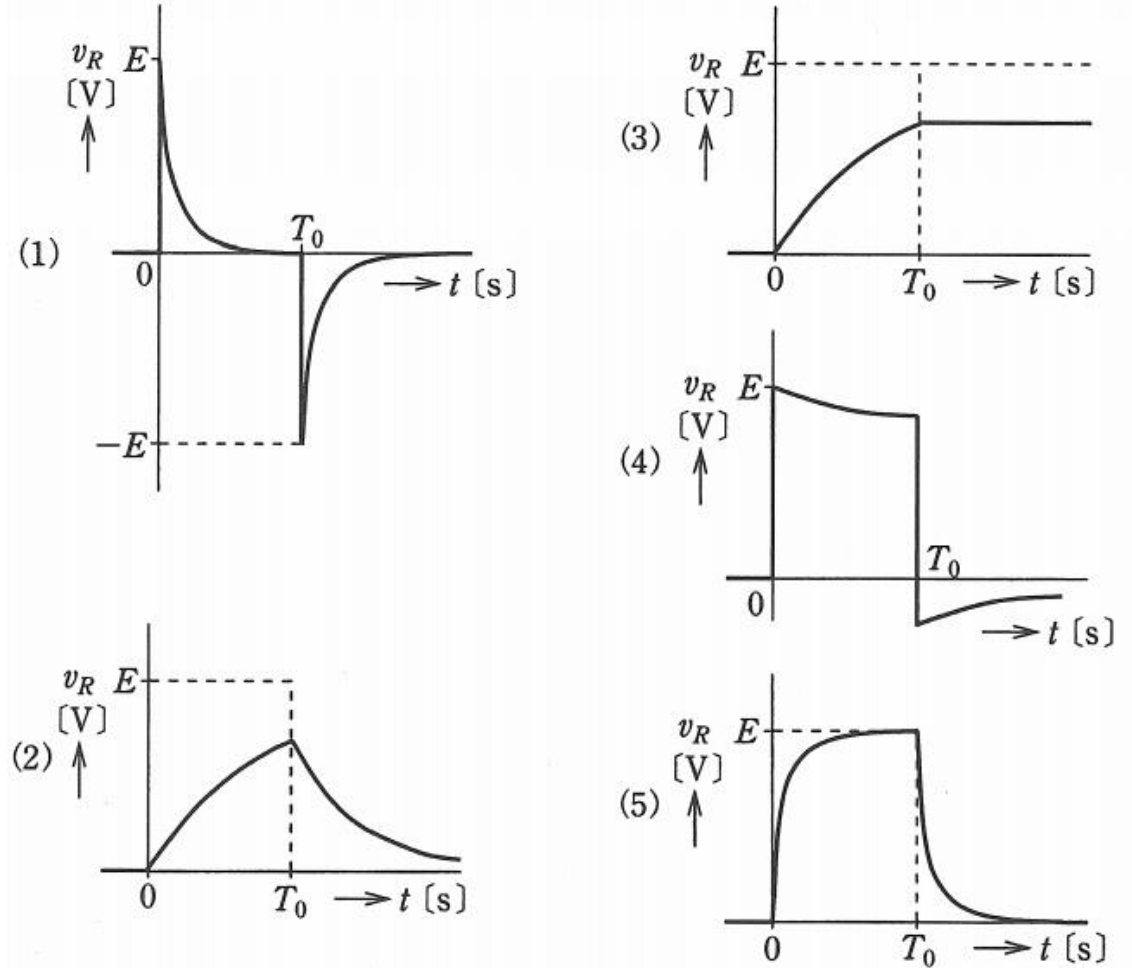


図 2



# 導出のポイント

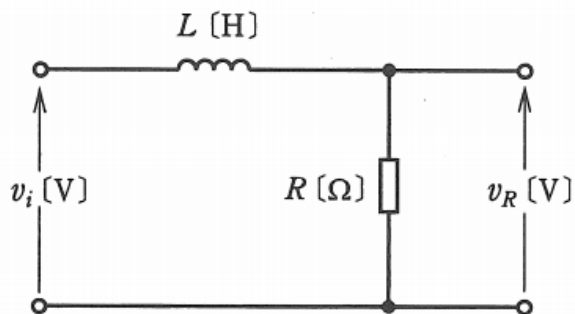


図 1

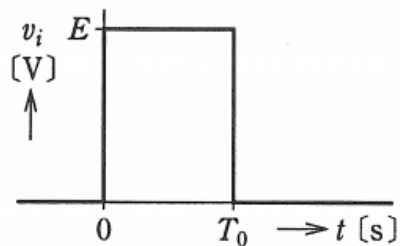
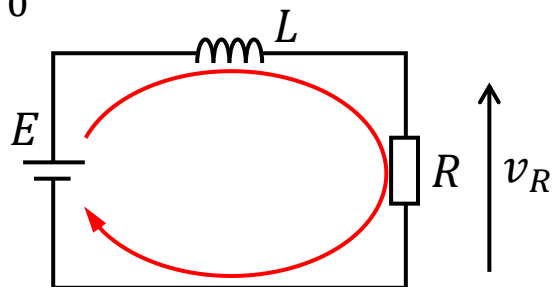


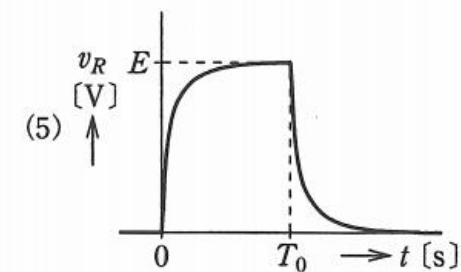
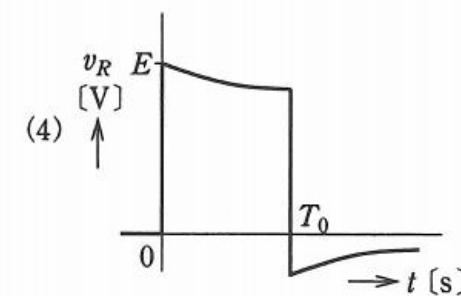
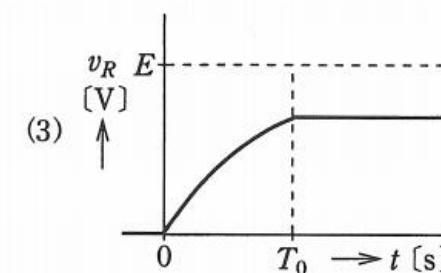
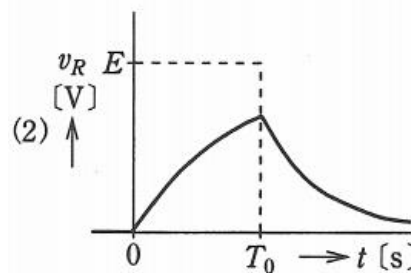
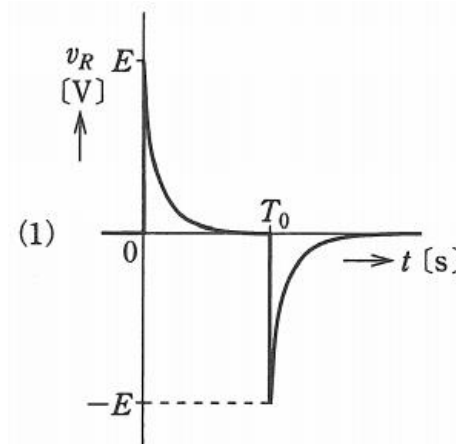
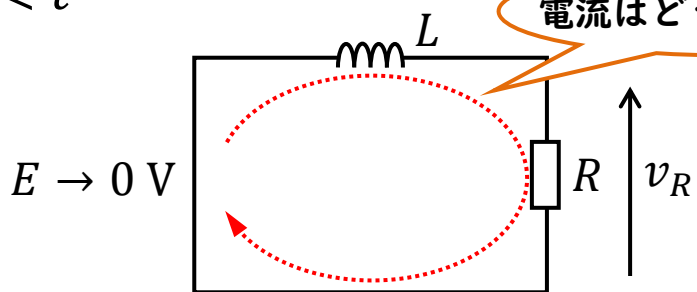
図 2

抵抗にかかる電圧  $v_R$  → 電流と同じ波形

$0 < t < T_0$



$T_0 < t$



# H21 問10

問10 図1のようなインダクタンス  $L$  [H] のコイルと  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗からなる直列回路に、図2のような振幅  $E$  [V]、パルス幅  $T_0$  [s] の方形波電圧  $v_i$  [V] を加えた。このときの抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の端子間電圧  $v_R$  [V] の波形を示す図として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、図1の回路の時定数  $\frac{L}{R}$  [s] は  $T_0$  [s] より十分小さく ( $\frac{L}{R} \ll T_0$ )、方形波電圧  $v_i$  [V] を発生する電源の内部インピーダンスは  $0$  [ $\Omega$ ] とし、コイルに流れる初期電流は  $0$  [A] とする。

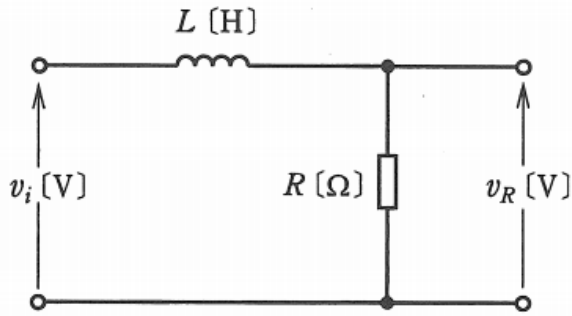


図 1

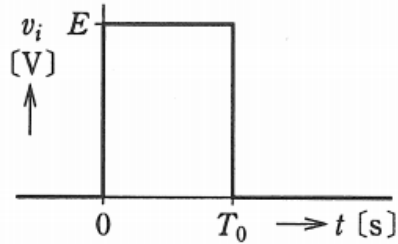
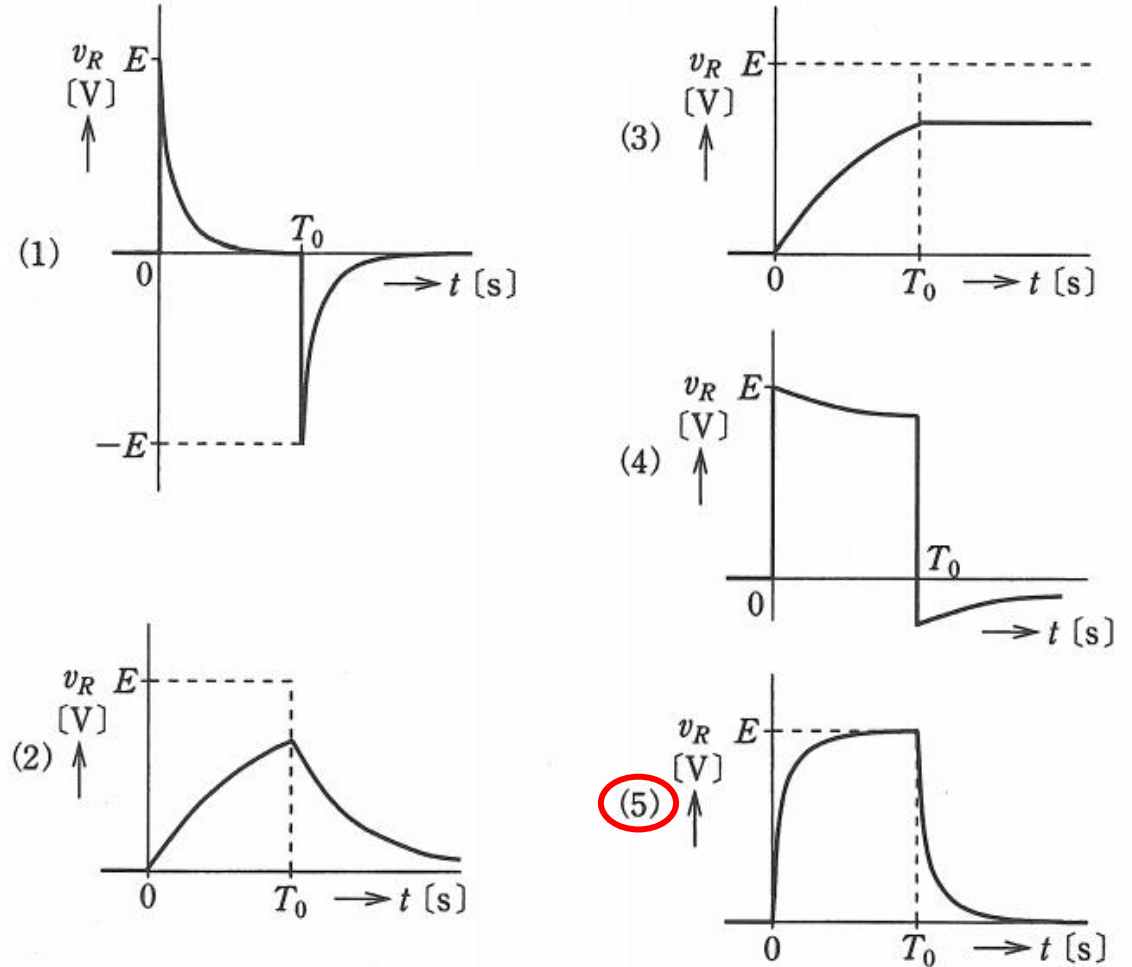


図 2



ご聴講ありがとうございました!!