

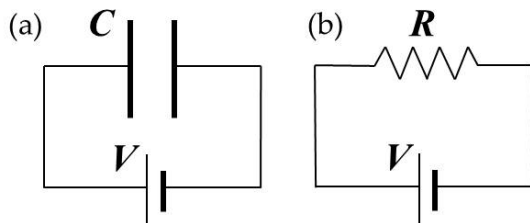
問題1 電圧 $V = 6[V]$ の電源に電気容量 $C = 5[\mu F]$ のコンデンサーと電気抵抗 $R = 2[\Omega]$ の抵抗を下図 (a), (b) のように接続する.

(1-1) 図 (a) の回路で, コンデンサーに溜まる電荷量 Q を求めよ.

$$Q = CV = 5[\mu F] \times 6[V] = \boxed{3 \times 10^{-5}[C]}$$

(1-2) 図 (b) の回路で, 抵抗に流れる電流 I を求めよ.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6[V]}{2[\Omega]} = \boxed{3[A]}$$



問題2 電圧 V の電源に電気容量 C_1 と C_2 のコンデンサーおよび抵抗 R_1, R_2 の抵抗を下図 (a), (b) のように接続する.

(2-1) 図 (a) の回路で, 電気容量 C_1 と C_2 のコンデンサーに溜まる電荷量 Q_1, Q_2 を求め, 合成電気容量 C を C_1 と C_2 で表せ.

並列なので,

$$\begin{cases} V = V_1 = V_2 \\ Q = Q_1 + Q_2 \end{cases}$$

が成り立つ. ただし, V, Q は回路全体の電圧, 電荷, V_1, Q_1 はコンデンサー1の電圧, 電荷, V_2, Q_2 はコンデンサー2の電圧, 電荷を表す. 以下の問題でも同様の記法を用いる. コンデンサー1, 2それぞれの式を立てると,

$$\begin{cases} Q_1 = C_1 V_1 = \boxed{C_1 V} \\ Q_2 = C_2 V_2 = \boxed{C_2 V} \end{cases}$$

より, 全体の電荷は $Q = Q_1 + Q_2 = (C_1 + C_2)V$ となる. 回路全体では $Q = CV$ なので, 合成電気容量は

$$C = \frac{Q}{V} = \boxed{C_1 + C_2}$$

となる.

(2-2) 図 (b) の回路で, 電気容量 C_1 と C_2 のコンデンサーに溜まる電荷量 Q_1, Q_2 を求め, 合成電気容量 C を C_1 と C_2 で表せ.

直列なので,

$$\begin{cases} V = V_1 + V_2 \\ Q = Q_1 = Q_2 \end{cases}$$

が成り立つ.

コンデンサー 1, 2 それぞれの式を立てると,

$$\begin{cases} Q = Q_1 = C_1 V_1 \\ Q = Q_2 = C_2 V_2 \end{cases}$$

より, それぞれの電圧は

$$\begin{cases} V_1 = \frac{Q}{C_1} \\ V_2 = \frac{Q}{C_2} \end{cases}$$

となる. 回路全体の電圧は $V = V_1 + V_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$ なので,

$$Q = \boxed{\frac{V}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}} (= Q_1 = Q_2)$$

となる. 合成電気容量は

$$C = \frac{Q}{V} = \boxed{\frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}}$$

となる. あるいは,

$$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

と書くと見やすい.

- (2-3) 図 (c) の回路で, 抵抗 R_1 と R_2 の抵抗に流れる電流 I_1, I_2 を求め, 合成抵抗 R を R_1 と R_2 で表せ.

並列なので,

$$\begin{cases} V = V_1 = V_2 \\ I = I_1 + I_2 \end{cases}$$

が成り立つ.

抵抗 1, 2 それぞれに流れる電流は

$$\begin{cases} I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \boxed{\frac{V}{R_1}} \\ I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \boxed{\frac{V}{R_2}} \end{cases}$$

となる. 回路全体の電流は $I = I_1 + I_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ なので, 合成抵抗は

$$R = \frac{V}{I} = \boxed{\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}}$$

となる。あるいは、

$$\boxed{\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

と書くとも見やすい。

- (2-4) 図 (d) の回路で、抵抗 R_1 と R_2 の抵抗に流れる電流 I_1, I_2 を求め、合成抵抗 R を R_1 と R_2 で表せ。

直列なので、

$$\begin{cases} I = I_1 = I_2 \\ V = V_1 + V_2 \end{cases}$$

が成り立つ。

抵抗 1, 2 それぞれの式を立てると、

$$\begin{cases} V_1 = I_1 R_1 = IR_1 \\ V_2 = I_2 R_2 = IR_2 \end{cases}$$

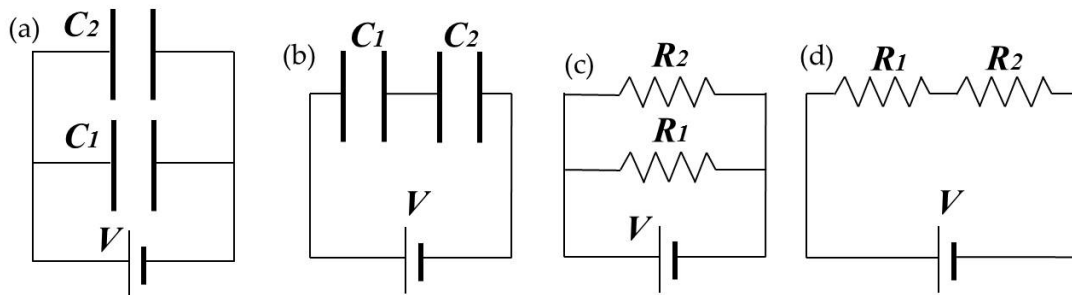
より、全体の電圧は $V = V_1 + V_2 = I(R_1 + R_2)$ となる。したがって、それぞれの抵抗を流れる電流は

$$I_1 = I_2 = I = \boxed{\frac{V}{R_1 + R_2}}$$

となる。回路全体では $V = IR$ なので、合成抵抗は

$$R = \frac{V}{I} = \boxed{R_1 + R_2}$$

となる。



- 問題 3** 電圧 $V = 6.0[\text{V}]$ の電源に電気容量 $C_1 = 1.0[\mu\text{F}]$, $C_2 = 2.0[\mu\text{F}]$, $C_3 = 2.0[\mu\text{F}]$ のコンデンサーと、電気抵抗 $R_1 = 2.0[\Omega]$, $R_2 = 3.0[\Omega]$, $R_3 = 1.8[\Omega]$ の抵抗を下図 (a), (b) のように接続する。

- (3-1) 図 (a) の回路の合成電気容量 C を求めよ。

C_α と C_β を、並列につないだ合成容量は $C_\alpha + C_\beta$ で、

直列につないだ合成容量は $\frac{1}{\frac{1}{C_\alpha} + \frac{1}{C_\beta}}$ である。

まず、 C_1 と C_2 が並列につながっているため、その合成容量は $C_1 + C_2 = 3[\mu\text{F}]$ である。次に、これと C_3 が直列につながっているため、その合成容量は

$$\begin{aligned} \frac{1}{\frac{1}{2.0} + \frac{1}{3.0}}[\mu\text{F}] &= \frac{6.0}{2.0 + 3.0}[\mu\text{F}] \\ &= \boxed{1.2[\mu\text{F}]} \end{aligned}$$

となる。

(3-2) 図(a)の回路で、各コンデンサーに溜まる電荷量 Q_1, Q_2, Q_3 と電位差 V_1, V_2, V_3 を求めよ。

全体の合成容量は $C = 1.2[\mu\text{F}]$ なので、全体に溜まる電荷は $Q = CV = 1.2[\mu\text{F}] \times 6.0[\text{V}] = 7.2 \times 10^{-6}[\text{C}]$ となる。コンデンサー3は並列なので

$$Q_3 = Q = 7.2 \times 10^{-6}[\text{C}]$$

よって、この部分の電圧は $V_3 = Q_3/C_3 = 3.6[\text{V}]$ となるので、 $V_1 = V_2 = V - V_3 = 2.4[\text{V}]$ となる。よって、

$$\begin{cases} Q_1 = C_1 V_1 = 1.0[\mu\text{F}] \times 2.4[\text{V}] = 2.4 \times 10^{-6}[\text{C}] \\ Q_2 = C_2 V_2 = 2.0[\mu\text{F}] \times 2.4[\text{V}] = 4.8 \times 10^{-6}[\text{C}] \end{cases}$$

となる。

(3-3) 図(b)の回路の合成抵抗 R を求めよ。

R_α と R_β を、直列につないだ合成抵抗は $R_\alpha + R_\beta$ で、
並列につないだ合成抵抗は $\frac{1}{\frac{1}{R_\alpha} + \frac{1}{R_\beta}}$ である。

まず、 R_1 と R_2 が並列につながっているので、その合成抵抗は

$$\begin{aligned} \frac{1}{\frac{1}{2.0} + \frac{1}{3.0}}[\Omega] &= \frac{6.0}{2.0 + 3.0}[\Omega] \\ &= 1.2[\Omega] \end{aligned}$$

である。

次に、これと $R_3 = 1.8[\Omega]$ が直列につながっているので、その合成抵抗は

$$R = 1.2[\Omega] + 1.8[\Omega] = 3.0[\Omega]$$

となる。

(3-4) 図(b)の回路で、各抵抗に流れる電流 I_1, I_2, I_3 と電位差 V_1, V_2, V_3 を求めよ。

全体の合成抵抗は $R = 3.0[\Omega]$ なので、全体を流れる電流 I は $I = \frac{V}{R} = 2.0[\text{A}]$ となる。
抵抗3は並列なので

$$I_3 = I = 2.0[\text{A}]$$

よって、この部分の電圧は $V_3 = I_3 R_3 = 3.6[\text{V}]$ となるので、 $V_1 = V_2 = V - V_3 = 2.4[\text{V}]$ となる。よって、

$$\begin{cases} I_1 = \frac{V_1}{R_1} = 1.2[\text{A}] \\ I_2 = \frac{V_2}{R_2} = 0.8[\text{A}] \end{cases}$$

となる。

