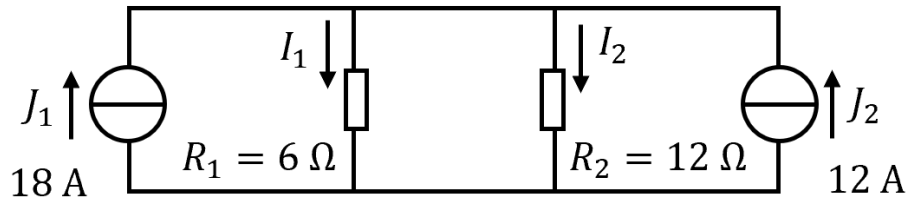


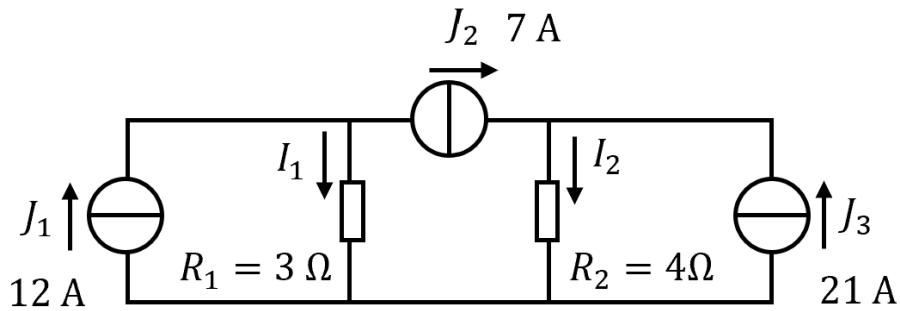
問1 各問で与えられる回路の電流 I_1 、 I_2 [A]を求めよ。(小問各10点)

(1)



$$\begin{aligned}
 J_1 + J_2 &= I_1 + I_2 = 30 \text{ A} \\
 I_1 : I_2 &= R_2 : R_1 = 12 : 6 = 2 : 1 = 20 : 10 \\
 I_1 &= 20 \text{ A}, I_2 = 10 \text{ A}
 \end{aligned}$$

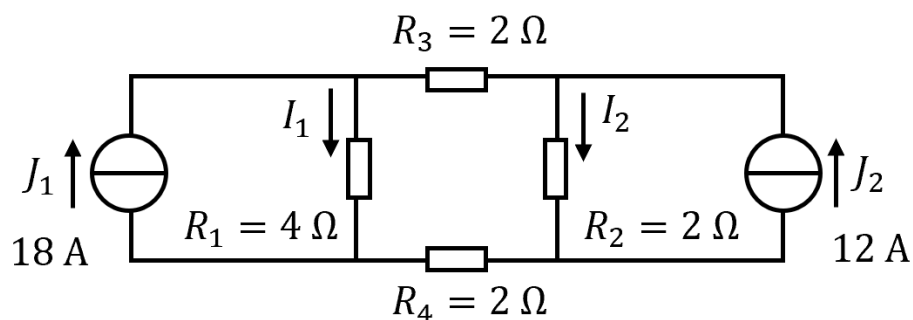
(2)



$$\begin{aligned}
 J_1 &= I_1 + J_2 \rightarrow I_1 = J_1 - J_2 \\
 I_1 &= 12 - 7 = 5 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 J_2 + J_3 &= I_2 \\
 I_2 &= 7 + 21 = 28 \text{ A}
 \end{aligned}$$

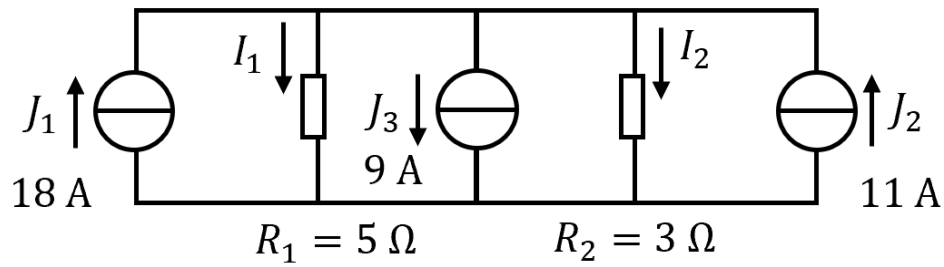
(3)



$$I_1 = \frac{R_2 + R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \times J_1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \times J_2$$
$$I_1 = \frac{2 + 2 + 2}{4 + 2 + 2 + 2} \times 18 + \frac{2}{4 + 2 + 2 + 2} \times 12$$
$$= \frac{6}{10} \times 18 + \frac{2}{10} \times 12 = \frac{54}{5} + \frac{12}{5} = \frac{66}{5} = 13.2 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \times J_1 + \frac{R_1 + R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \times J_2 + \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \times J_2$$
$$I_2 = \frac{4}{4 + 2 + 2 + 2} \times 18 + \frac{4 + 2 + 2}{4 + 2 + 2 + 2} \times 12$$
$$= \frac{4}{10} \times 18 + \frac{8}{10} \times 12 = \frac{36}{5} + \frac{48}{5} = \frac{84}{5} = 16.8 \text{ A}$$

(4)

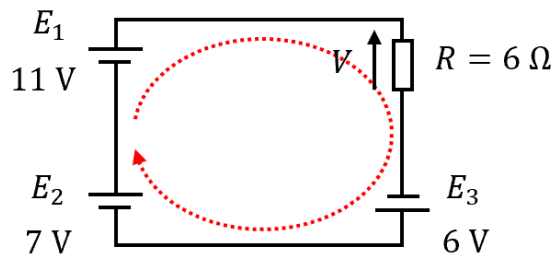


$$J_1 + J_2 = I_1 + I_2 + J_3 \rightarrow I_1 + I_2 = J_1 + J_2 - J_3$$
$$I_1 + I_2 = 18 + 11 - 9 = 20 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (I_1 + I_2) = \frac{3}{5 + 3} \times 20 = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ A}$$
$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (I_1 + I_2) = \frac{5}{5 + 3} \times 20 = \frac{25}{2} = 12.5 \text{ A}$$

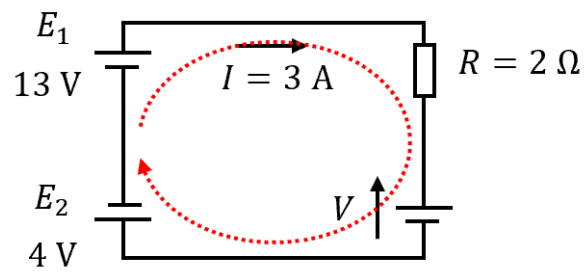
問2 各問で与えられる回路の電圧 V [V]を求めよ。(小問各 10 点)

(1)



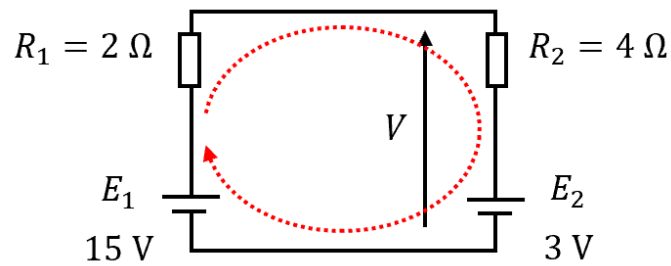
$$E_1 + E_2 + E_3 = RI = V$$
$$V = 11 + 7 + 6 = 24 \text{ V}$$

(2)



$$E_1 - E_2 - V = RI$$
$$V = E_1 - E_2 - RI = 13 - 4 - 2 \times 3 = 3 \text{ V}$$

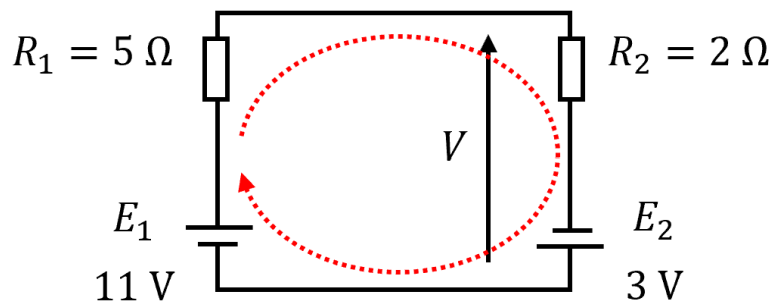
(3)



$$E_1 - E_2 = R_1 I + R_2 I$$
$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{15 - 3}{2 + 4} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

$$V = R_2 I + E_2 = 4 \times 2 + 3 = 11 \text{ V}$$

(4)

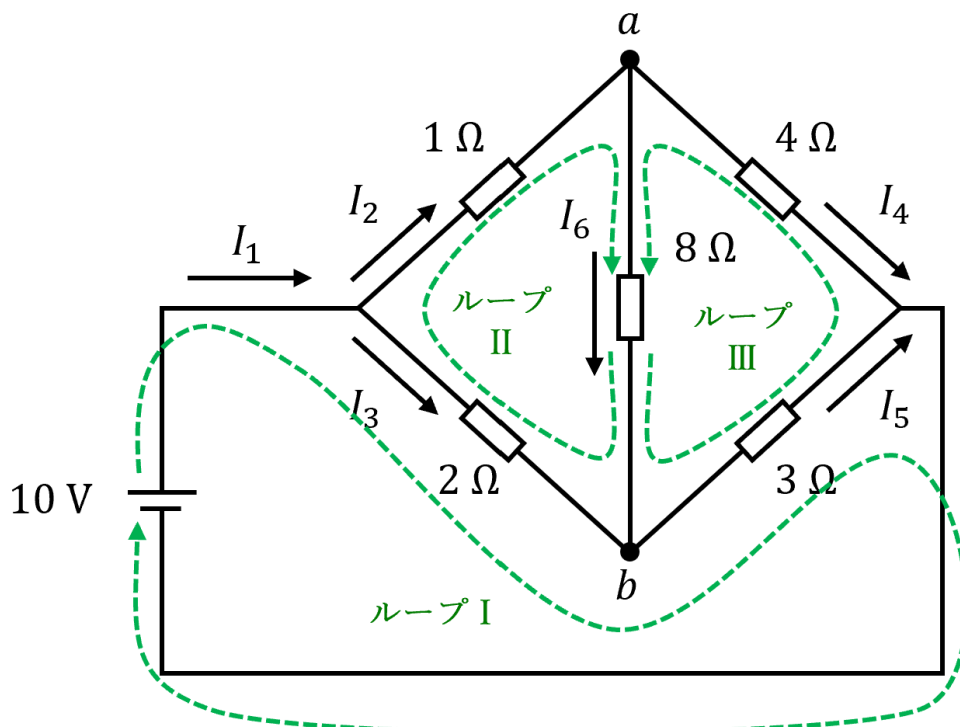


$$E_1 + E_2 = R_1 I + R_2 I$$

$$I = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2} = \frac{11 + 3}{5 + 2} = \frac{14}{7} = 2 \text{ A}$$

$$V = R_2 I + E_2 = 2 \times 2 - 3 = 1 \text{ V}$$

問3 図で示す回路の電流 I_6 をキルヒホッフの法則を用いて導出することを考える。
各問に答えよ。(小問各 10 点)



(1) ループ I、II、III に対して、それぞれループの起電力と電圧降下の関係をキルヒホッフの電圧則に従い、式で示せ。

$$\text{ループ I: } 10 = 2I_3 + 3I_5$$

$$\text{ループ II: } 0 = I_2 + 8I_6 - 2I_3$$

$$\text{ループ III: } 0 = 3I_5 + 8I_6 - 4I_4$$

(2) 小問(1)の式を用いて、電流 I_6 [A] の値を求めよ。

$$I_2 = I_4 + I_6$$

ループ II の式より

$$0 = I_4 + I_6 + 8I_6 - 2I_3$$

$$0 = I_4 + 9I_6 - 2I_3$$

$$0 = 4I_4 + 36I_6 - 8I_3 \cdots \textcircled{1}$$

$$I_5 = I_3 + I_6$$

ループ III の式より

$$0 = 3(I_3 + I_6) + 8I_6 - 4I_4$$

$$0 = 3I_3 + 11I_6 - 4I_4 \cdots \textcircled{2}$$

①+②は、

$$0 = 4I_4 + 36I_6 - 8I_3 + 3I_3 + 11I_6 - 4I_4 = -5I_3 + 47I_6$$

$$0 = -5I_3 + 47I_6 \cdots \textcircled{3}$$

ループ I の式より

$$10 = 2I_3 + 3(I_3 + I_6)$$

$$10 = 5I_3 + 3I_6 \cdots \textcircled{4}$$

③+④は、

$$10 = -5I_3 + 47I_6 + 5I_3 + 3I_6 = 50I_6$$

$$I_6 = \frac{10}{50} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ A}$$