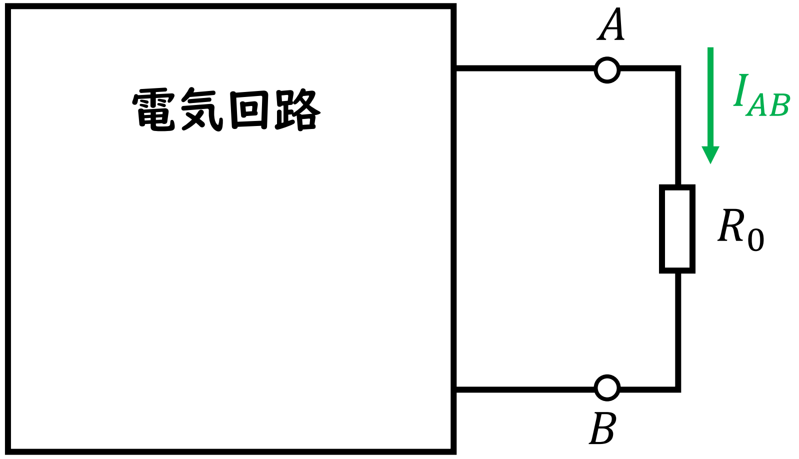
電験二種　オンライン講座

二種理論　直流回路（6）

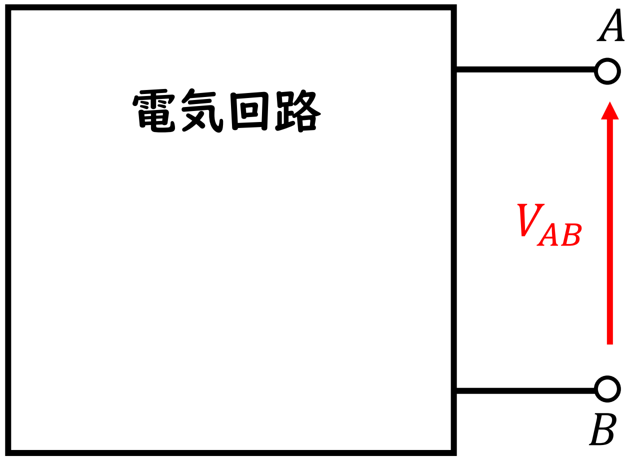
2025.12.07 Sun

テブナンの定理



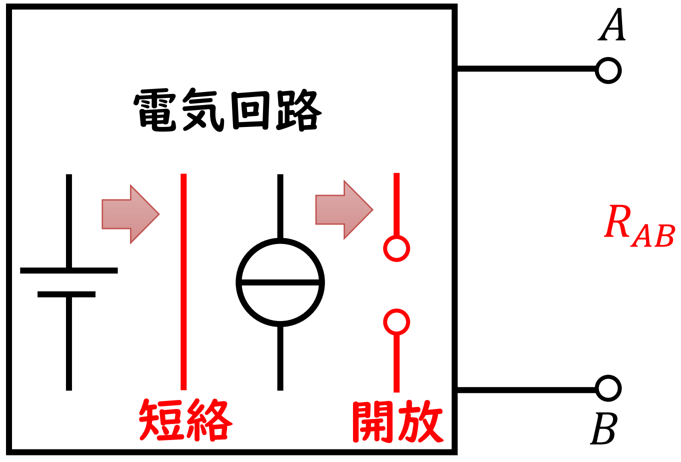
抵抗R_0に流れる電流I_{AB}を求める

回路（1）



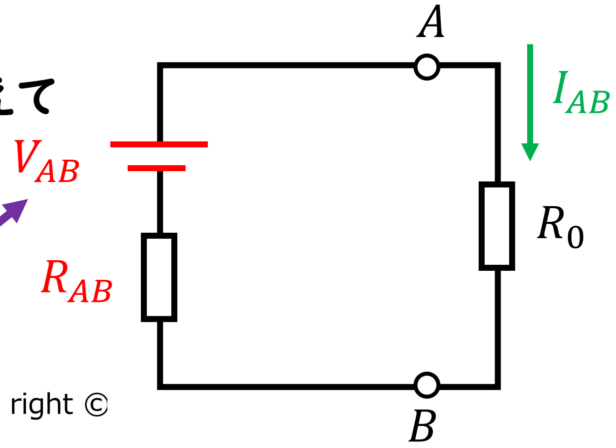
手順①
抵抗R_0を外した回路（1）の
端子間ABの電圧V_{AB}を求める

回路（2）



手順②
電源はなくした回路（2）より
抵抗R_0の電流を求める。
（電圧源は短絡、電流源は開放）

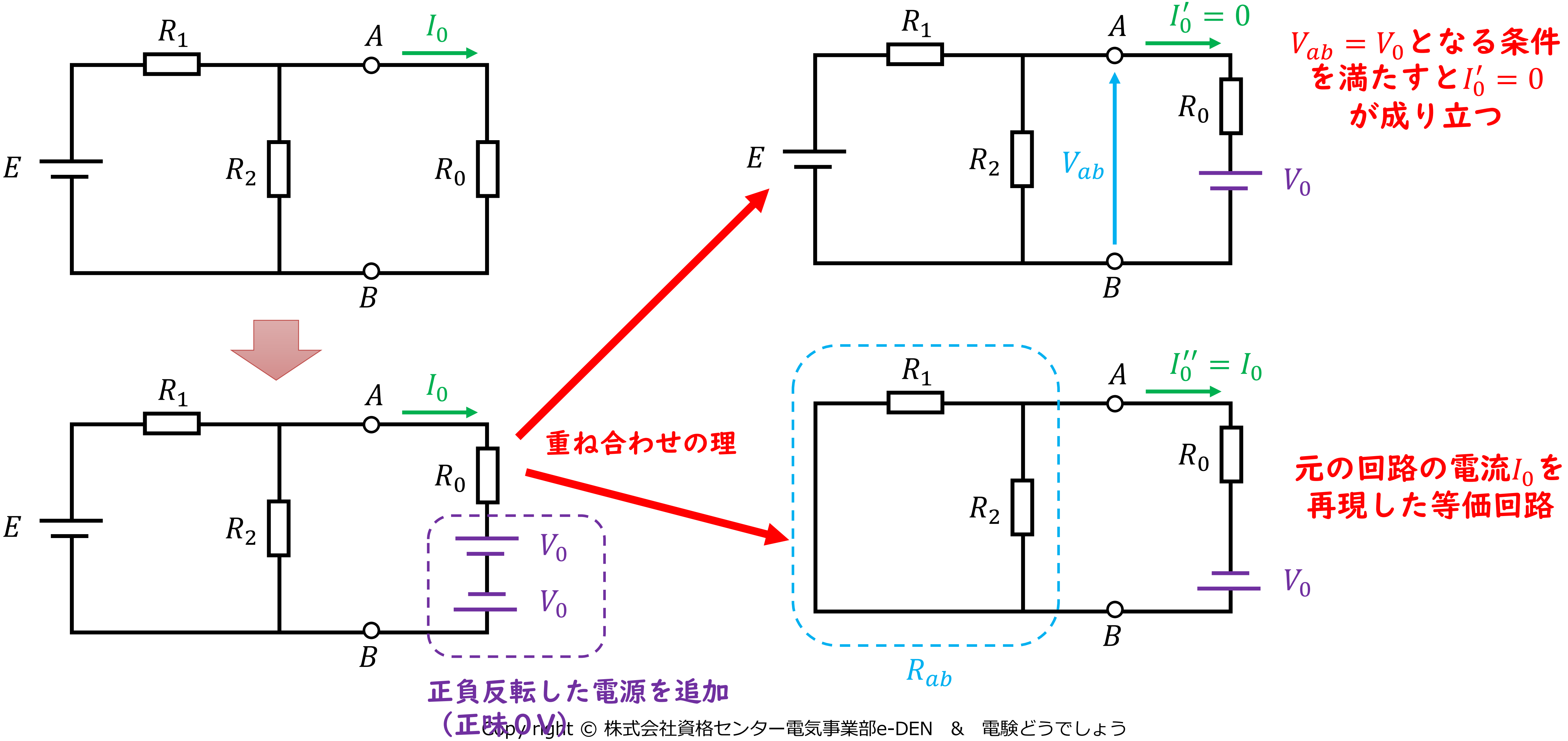
手順③
電気回路の部分をV_{AB}とR_{AB}に置き換えて
電流I_{AB}を求める。



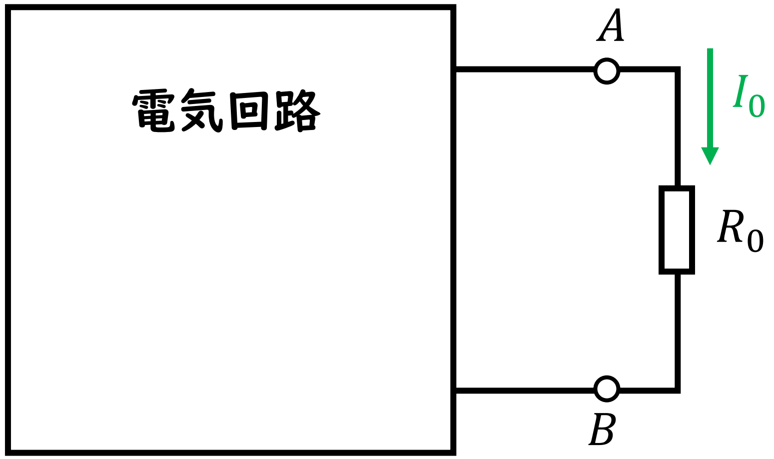
電源の向きに注意！
電圧V_{AB}により電流I_{AB}が流れる向きを
意識して電源の向きを決める

$$I_{AB}=\frac{V_{AB}}{R_{AB}+R_0}$$

テブナンの定理の考え方

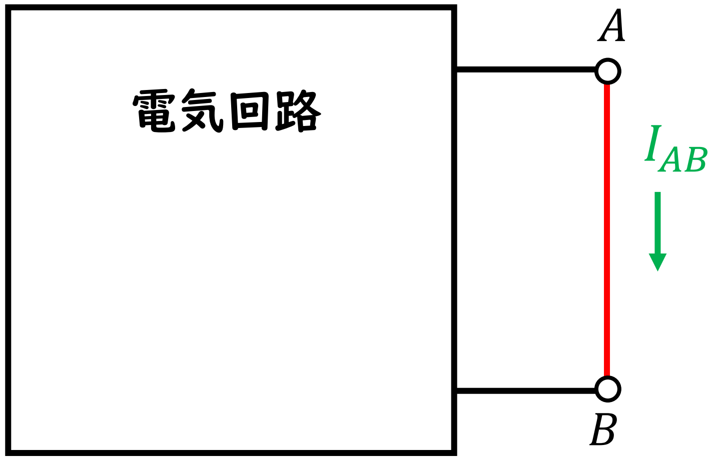


ノートンの定理



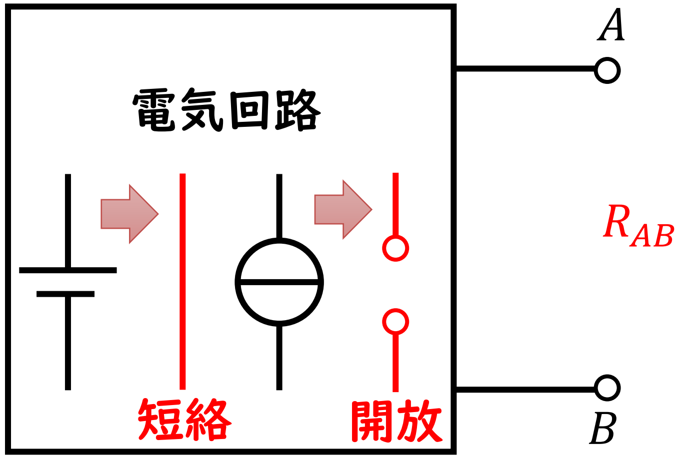
抵抗R_0に流れる電流I_0を求める

回路(1)



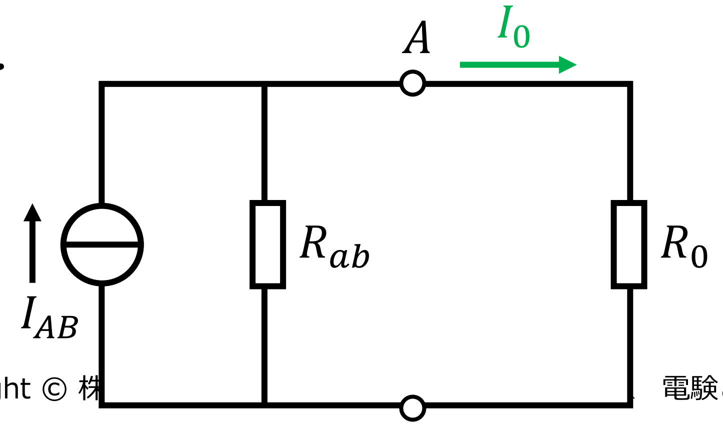
手順①
抵抗R_0を外し、短絡した回路(1)
の端子間ABの電流I_{AB}を求める

回路(2)



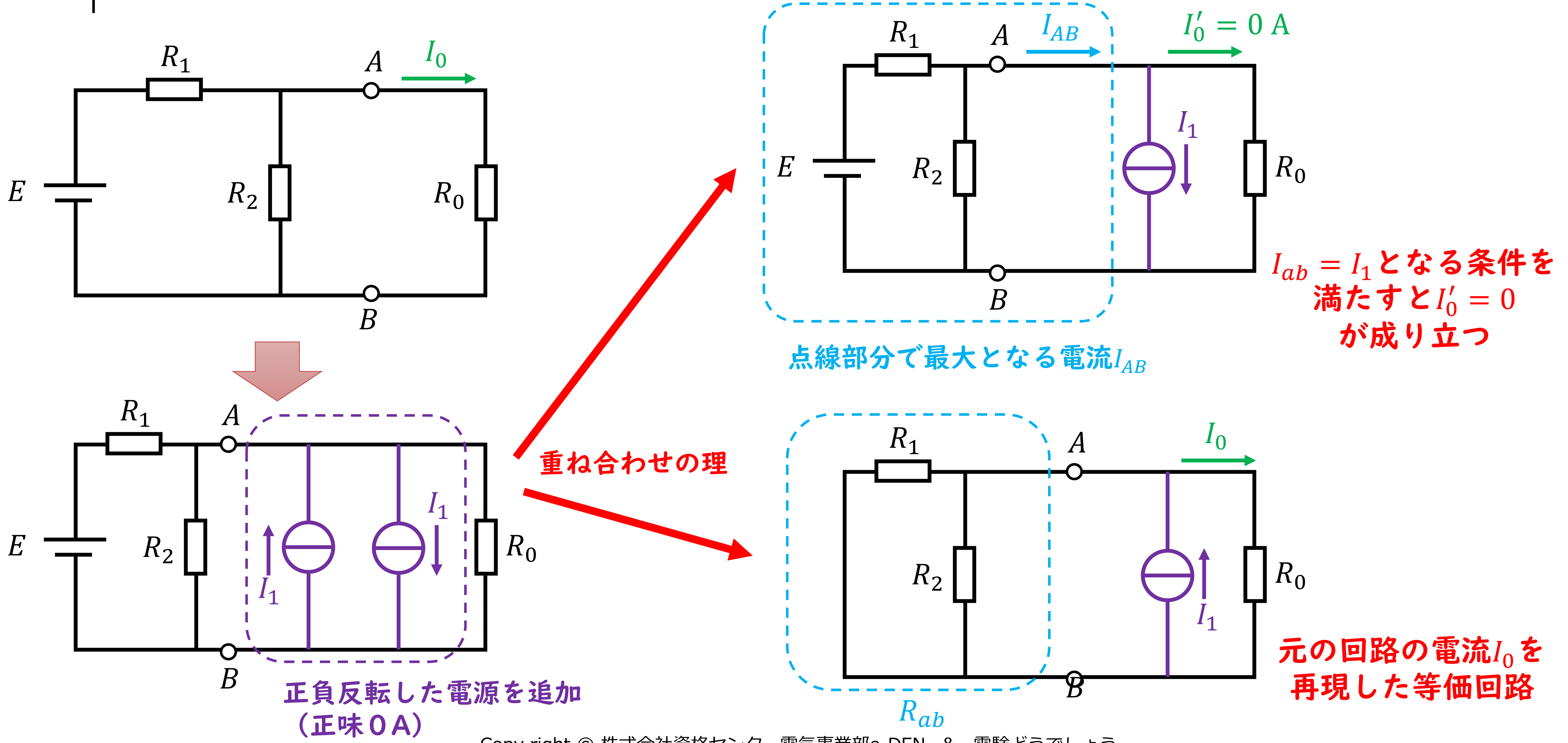
手順②
電源はなくした回路(2)より
抵抗R_0の電流を求める。
(電圧源は短絡、電流源は開放)

手順③
電気回路の部分をI_{AB}とR_{AB}に置き換えて
電流I_0を求める。

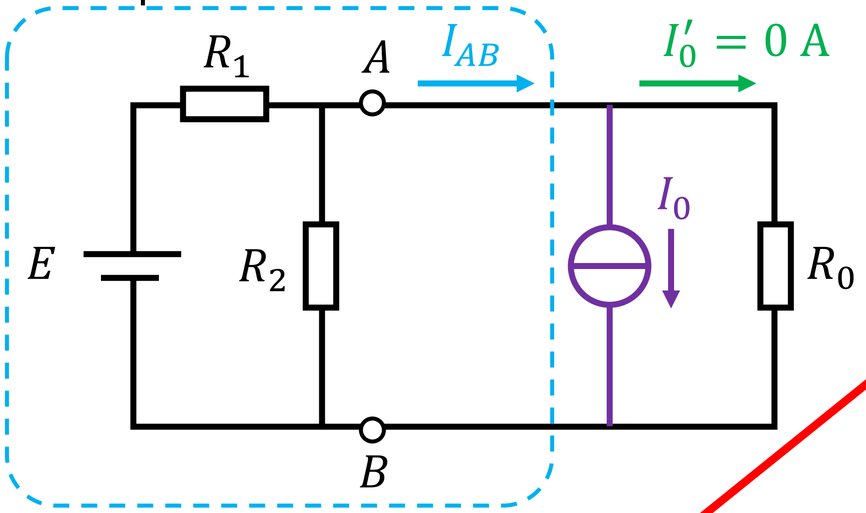


$$I_0 = \frac{R_{AB}}{R_{AB} + R_0} I_{AB}$$

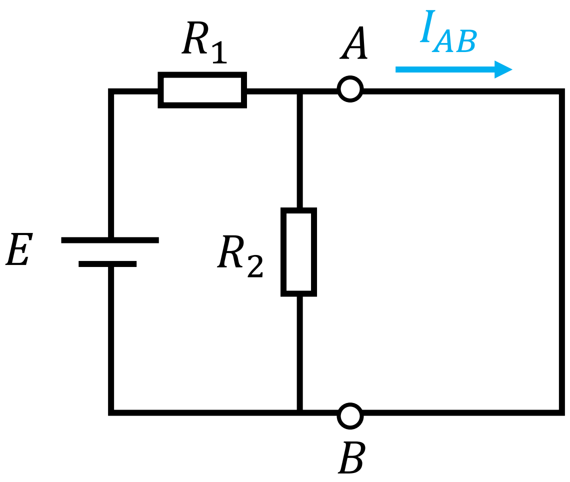
ノートンの定理の考え方



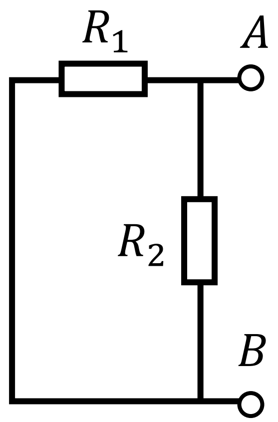
ノートンの定理の考え方



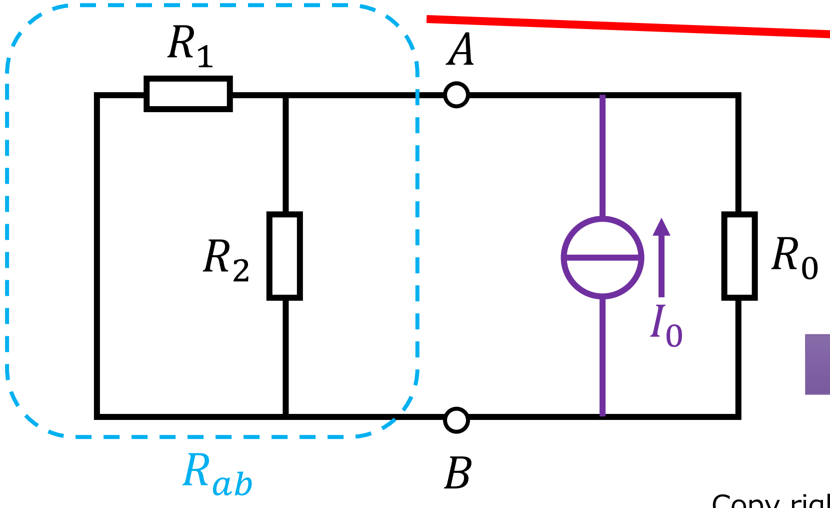
点線部分で最大となる電流I_{AB}



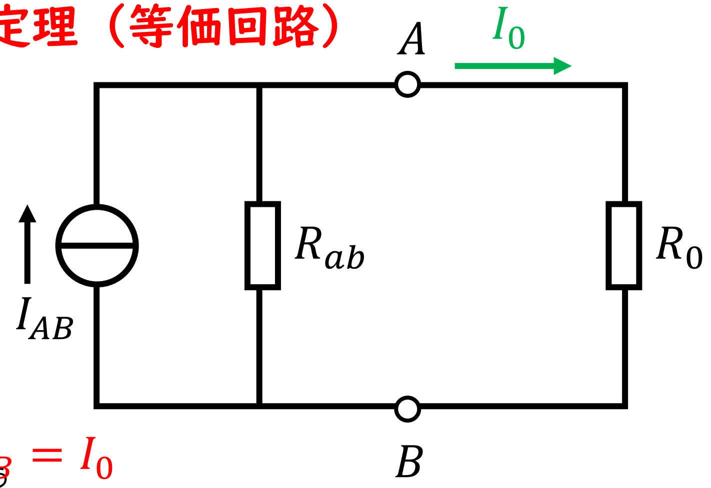
負荷を短絡することで
最大電流I_{ab}が導出できる



負荷を開放して抵抗R_{ab}を求める
（テブナンの定理と同じ）

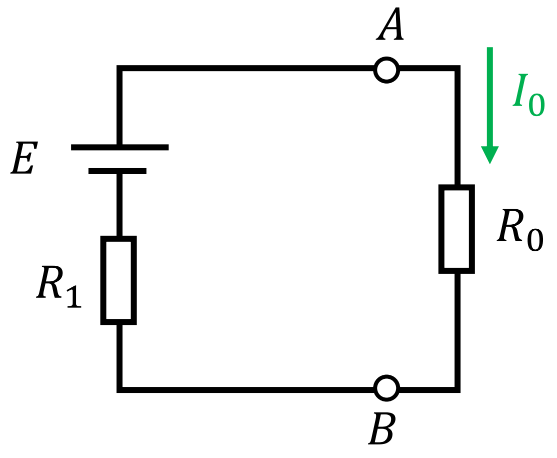


ノートンの定理（等価回路）

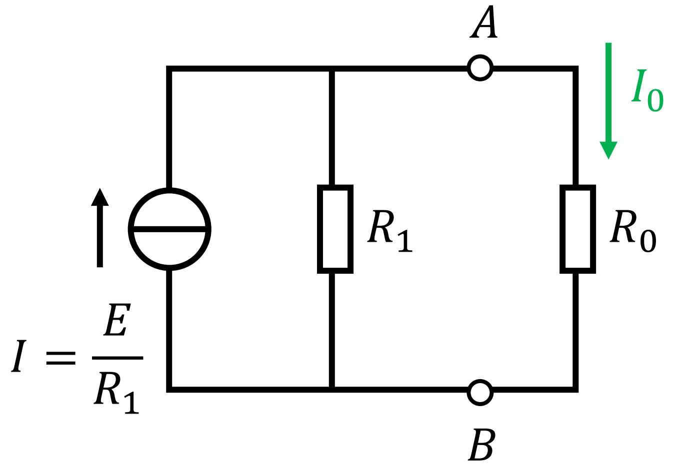


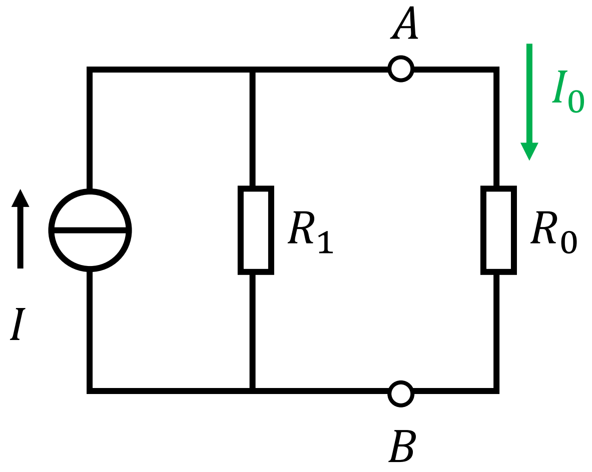
$I_{AB} = I_0$

電圧源⇔電流源の等価変換

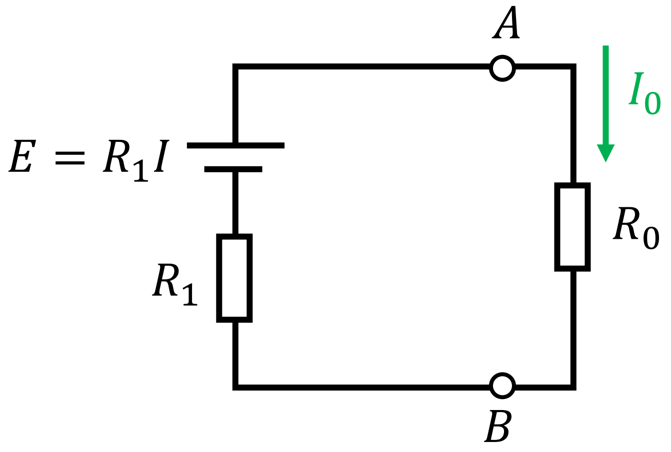


ノートンの定理

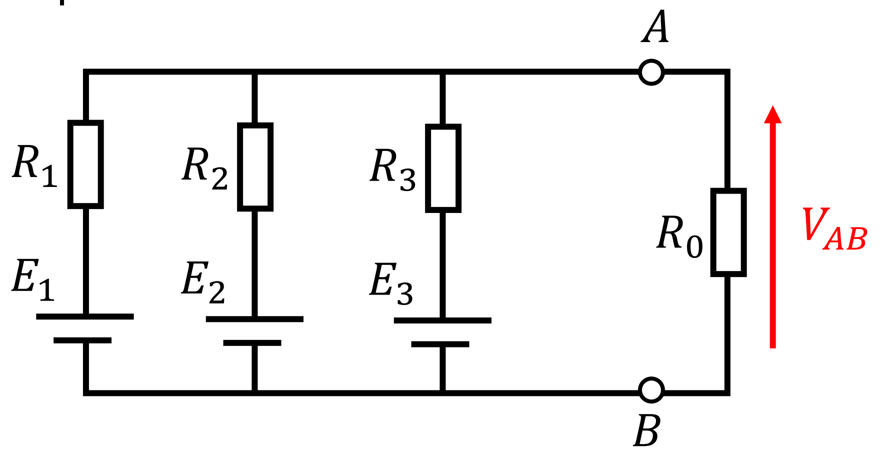




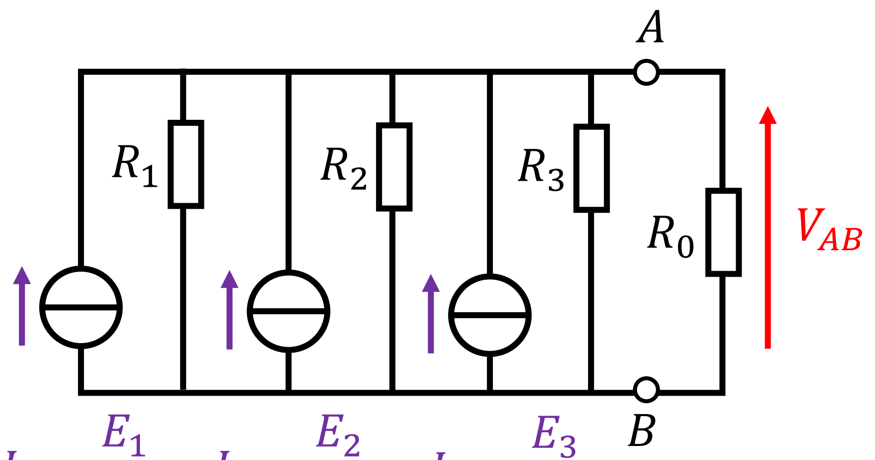
テブナンの定理



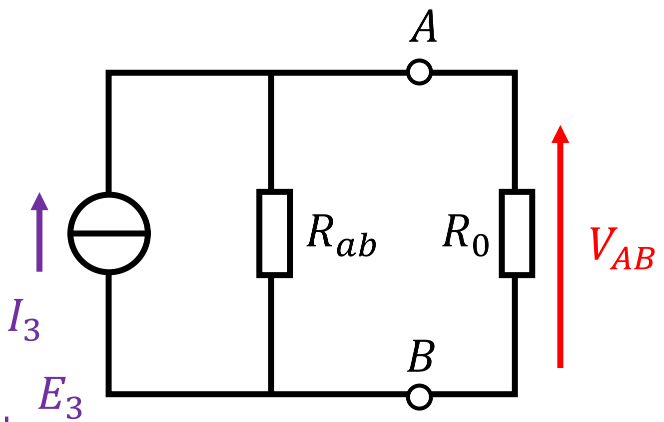
ミルマンの定理（考え方）



電圧源から電流源へ変換



$$I_1 = \frac{E_1}{R_1} \quad I_2 = \frac{E_2}{R_2} \quad I_3 = \frac{E_3}{R_3}$$



$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3}$$

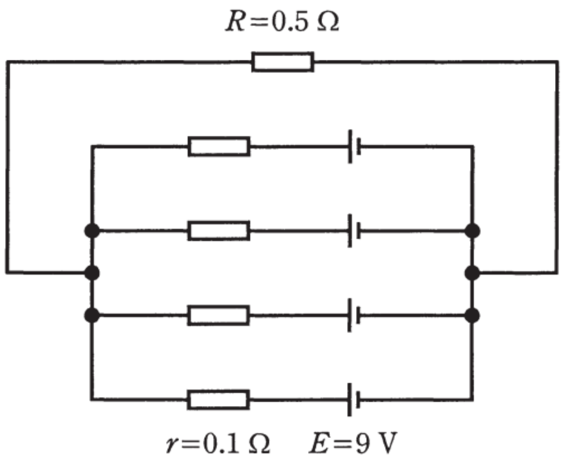
$$\frac{1}{R_{ab}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$I = \frac{V_{AB}}{R_{ab}} + \frac{V_{AB}}{R_0} = \left(\frac{1}{R_{ab}} + \frac{1}{R_0}\right)V_{AB} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_0}\right)V_{AB}$$

$$V_{AB} = \frac{I}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_0}} \rightarrow V_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_0}}$$

H28 問5

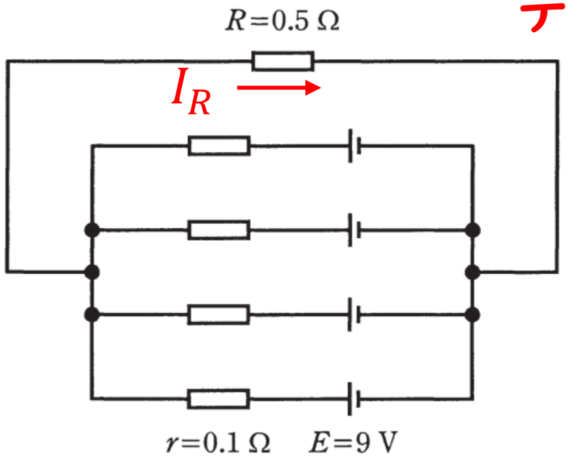
問５　図のように，内部抵抗$r=0.1\ \Omega$，起電力$E=9\ \mathrm{V}$の電池４個を並列に接続した電源に抵抗$R=0.5\ \Omega$の負荷を接続した回路がある。この回路において，抵抗$R=0.5\ \Omega$で消費される電力の値[W]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1)　50　　(2)　147　　(3)　253　　(4)　820　　(5)　4 050

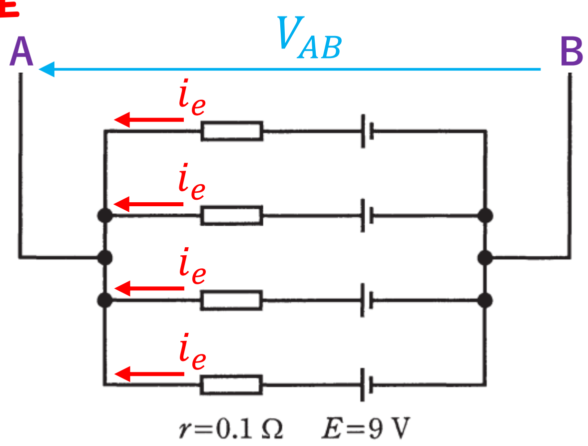
二種受験生：電圧源を電流源に変換して導出してみよう

H28 問5

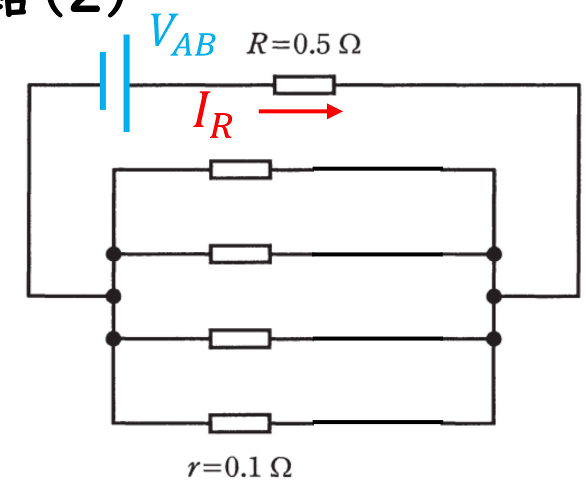


テブナンの定理

回路（1）



回路（2）



回路（1）よりV_{AB}を求める

$V_{AB} = E - ri_e$

ここで各電池の起電力と内部抵抗は等しく、電池間で電流は流れないと考えることができ、

$i_e = 0\ \mathrm{A}$

従って、$V_{AB} = E$

回路（2）より

$$V_{AB} = \left(R + \frac{r}{4}\right) \cdot I_R$$

$$9 = \left(0.5 + \frac{0.1}{4}\right) \cdot I_R$$

$$9 = 0.525 I_R$$

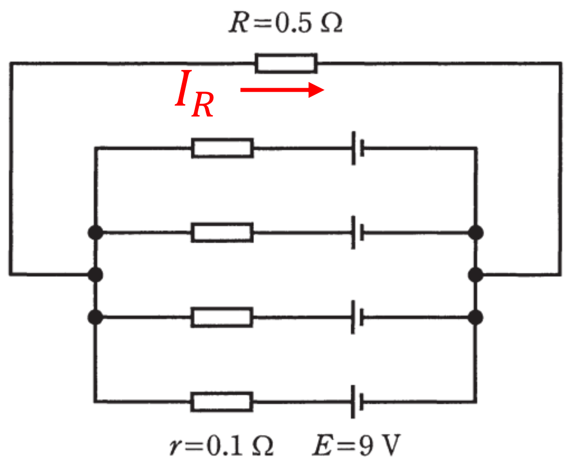
$$I_R = \frac{9}{0.525}\ \mathrm{A}$$

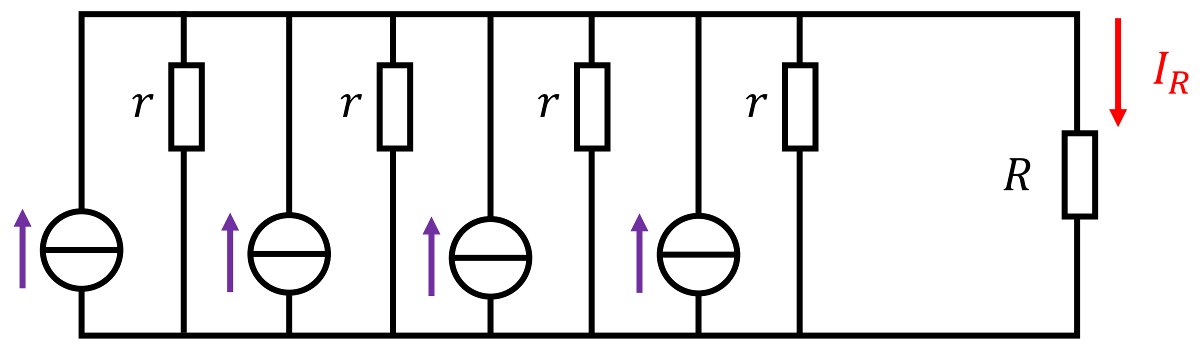
$$P_R = RI_R^2 = 0.5 \times \left(\frac{9}{0.525}\right)^2$$

$$P_R = 147\ \mathrm{W}$$

（1） 50　（2） 147　（3） 253　（4） 820　（5） 4 050

H28 問5

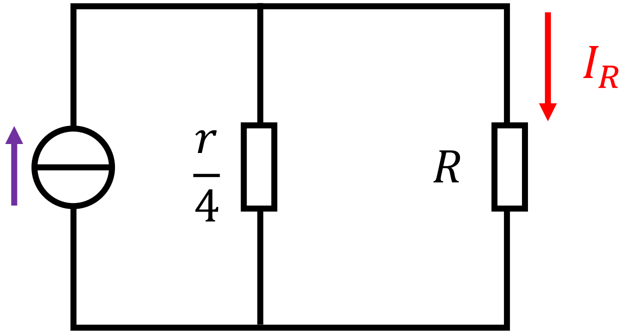




$I_1 = \frac{E}{r}$　$I_2 = \frac{E}{r}$　$I_3 = \frac{E}{r}$　$I_4 = \frac{E}{r}$

$$I_R = \frac{\frac{r}{4}}{\frac{r}{4}+R}(I_1+I_2+I_3+I_4) = \frac{\frac{r}{4}}{\frac{r}{4}+R}\frac{4E}{r} = \frac{4E}{r+4R} = \frac{4\times 9}{0.1+4\times 0.5} = \frac{36}{2.1} = 17.14\ \mathrm{A}$$

$$P_R = RI_R^2 = 0.5\times 17.14^2 = 146.9\ \mathrm{W}$$



R02 問3

問３　次の文章は，直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図１のように電流源，電圧源及び抵抗を接続した回路がある。図１の破線で囲まれた部分を図２の破線部分に示す抵抗 R と電圧源 E に等価変換すると，

$R=$ $\boxed{(1)}$ Ω，　$E=$ $\boxed{(2)}$ V となる。

図２から，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 を求めると $I_1=$ $\boxed{(3)}$ [A]となる。また，R_1 で消費される電力 P は $P=I_1{}^2R_1$ で求められる。

したがって，$R_1=$ $\boxed{(4)}$ Ωのときに電力 P は最大となり，$P=$ $\boxed{(5)}$ W となる。

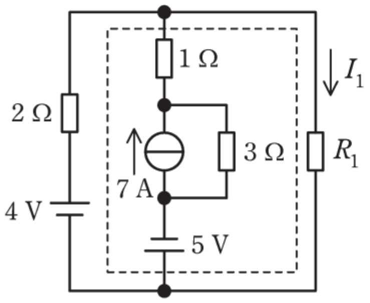


図 1

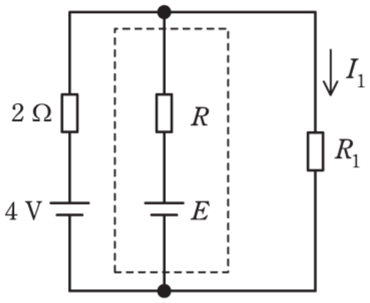


図 2

〔問３の解答群〕

(イ) 9	(ロ) 5	(ハ) 8.3	(ニ) $\frac{4}{3}$
(ホ) 6	(ヘ) $\frac{24}{3R_1+4}$	(ト) $\frac{3}{4}$	(チ) $\frac{5}{3R_1+4}$
(リ) 44.2	(ヌ) 2	(ル) 16	(ヲ) 12.0
(ワ) $\frac{-5}{3R_1+4}$	(カ) $\frac{1}{3}$	(ヨ) 4	

R02 問3

テブナンの定理より、図2の破線部分のRとEを求めよ

問３　次の文章は，直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図１のように電流源，電圧源及び抵抗を接続した回路がある。図１の破線で囲まれた部分を図２の破線部分に示す抵抗 R と電圧源 E に等価変換すると，

$R=$ $\boxed{(1)}$ Ω，　$E=$ $\boxed{(2)}$ V となる。

図２から，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 を求めると $I_1=$ $\boxed{(3)}$ [A]となる。また，R_1 で消費される電力 P は $P=I_1{}^2R_1$ で求められる。

したがって，$R_1=$ $\boxed{(4)}$ Ωのときに電力 P は最大となり，$P=$ $\boxed{(5)}$ W となる。

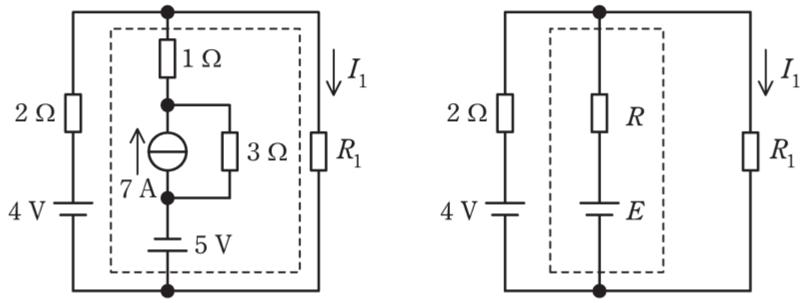


図１　　図２

R02 問3

問３　次の文章は，直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図１のように電流源，電圧源及び抵抗を接続した回路がある。図１の破線で囲まれた部分を図２の破線部分に示す抵抗 R と電圧源 E に等価変換すると，

$R=$ $\boxed{(1)}$ 4 Ω，$E=$ $\boxed{(2)}$ 16 V となる。

図２から，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 を求めると $I_1=$ $\boxed{(3)}$ [A] となる。また，R_1 で消費される電力 P は $P=I_1{}^2R_1$ で求められる。

したがって，$R_1=$ $\boxed{(4)}$ Ωのときに電力 P は最大となり，$P=$ $\boxed{(5)}$ W となる。

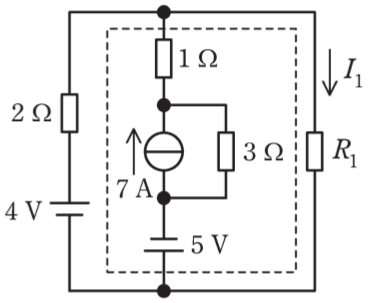


図１

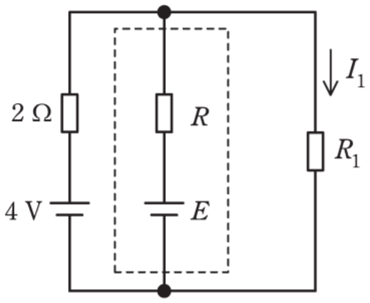


図２

テブナンの定理より、図2の破線部分のRとEを求めよ

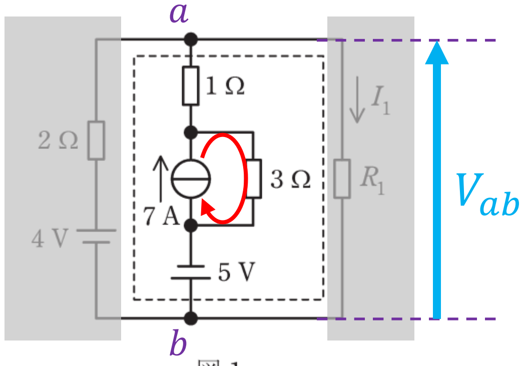


図１

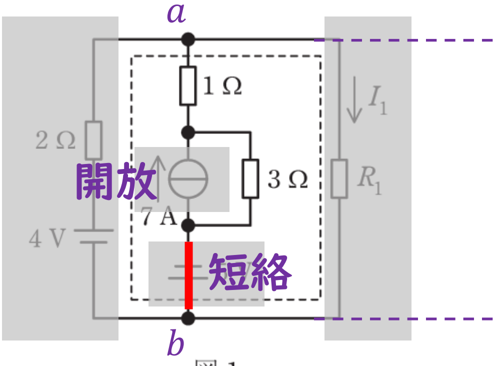


図１

テブナンの定理より、
図１の破線部分に注目し、電圧V_{ab}と抵抗R_{ab}を求める

$$V_{ab}=1\Omega\times 0\mathrm{A}+3\Omega\times 7\mathrm{A}+(-5\ \mathrm{V})=21-5=16\ \mathrm{V}$$

$$R_{ab}=1\Omega+3\Omega=4\ \Omega$$

R02 問3

問３　次の文章は，直流回路に関する記述である。文中の　　　に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図１のように電流源，電圧源及び抵抗を接続した回路がある。図１の破線で囲まれた部分を図２の破線部分に示す抵抗 R と電圧源 E に等価変換すると，

$R =$ (1) 4 Ω，$E =$ (2) 16 V となる。

図２から，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 を求めると $I_1 =$ (3) [A] となる。また，R_1 で消費される電力 P は $P = I_1^2 R_1$ で求められる。

したがって，$R_1 =$ (4) Ωのときに電力 P は最大となり，$P =$ (5) W となる。

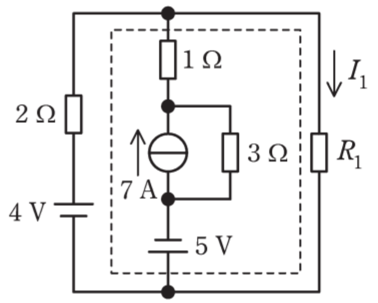


図 1

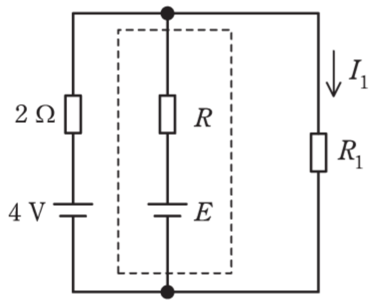


図 2

図2に対してテブナンの定理を用いて、I_1の式を求めよ。

テブナンの定理による等価回路を利用し、(4)(5)を求めよ。

R02 問3

問３　次の文章は，直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図１のように電流源，電圧源及び抵抗を接続した回路がある。図１の破線で囲まれた部分を図２の破線部分に示す抵抗 R と電圧源 E に等価変換すると，

$R =$ $\boxed{(1)}$ 4 Ω，$E =$ $\boxed{(2)}$ 16 V となる。

図２から，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 を求めると $I_1 =$ $\boxed{(3)}$ $\frac{24}{8+3R_1}$ [A] となる。また，R_1 で消費される電力 P は $P = I_1{}^2 R_1$ で求められる。

したがって，$R_1 =$ $\boxed{(4)}$ $\frac{4}{3}$ Ωのときに電力 P は最大となり，$P =$ $\boxed{(5)}$ 12 W となる。

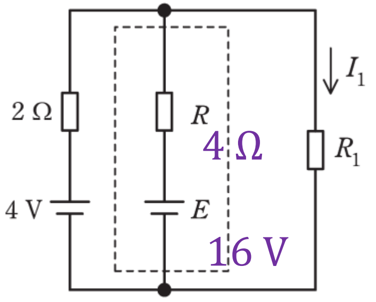


図 2

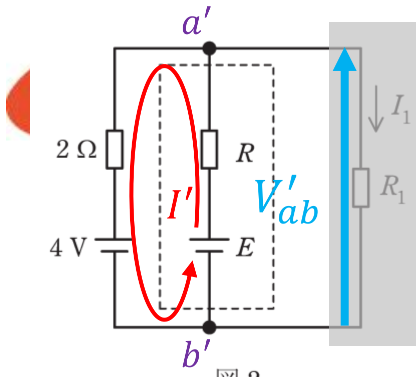


図 2

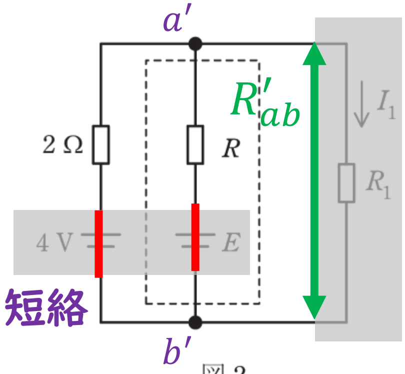


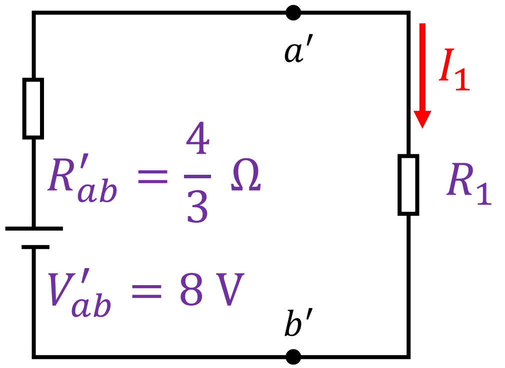
図 2

図2に対してテブナンの定理を適用し、V'_{ab} と R'_{ab} を求める。

$$I' = \frac{E-4}{2+R} = \frac{16-4}{2+4} = 2\ \mathrm{A} \qquad V'_{ab} = E - RI' = 16 - 4 \times 2 = 8\ \mathrm{V}$$

$$R_{ab} = \frac{2 \times R}{2+R} = \frac{2 \times 4}{2+4} = \frac{4}{3}\ \Omega$$

図2に対してテブナンの定理を用いて、I_1 の式を求めよ。



$$I_1 = \frac{V'_{ab}}{R'_{ab} + R_1} = \frac{8}{\frac{4}{3} + R_1} = \frac{24}{4 + 3R_1}$$

テブナンの定理による等価回路を利用し、(4)(5)を求めよ。

$R_1 = R'_{ab}$ とき電力 P は最大となる。 $\quad R_1 = \frac{4}{3}\ \Omega$

$$I'_1 = \frac{V'_{ab}}{2R_1} = \frac{8}{2 \times \frac{4}{3}} = 3\ \mathrm{A} \qquad P = R_1 I'^2_1 = \frac{4}{3} \times 3^2 = 12\ \mathrm{W}$$

R02 問3

問３　次の文章は，直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図１のように電流源，電圧源及び抵抗を接続した回路がある。図１の破線で囲まれた部分を図２の破線部分に示す抵抗 R と電圧源 E に等価変換すると，

$R = \boxed{(1)}$ 4 Ω，$E = \boxed{(2)}$ 16 V となる。

図２から，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 を求めると $I_1 = \boxed{(3)}$ $\dfrac{24}{8+3R_1}$ となる。また，R_1 で消費される電力 P は $P = I_1{}^2 R_1$ で求められる。

したがって，$R_1 = \boxed{(4)}$ $\dfrac{4}{3}$ Ω のときに電力 P は最大となり，$P = \boxed{(5)}$ 12 W となる。

〔問３の解答群〕

(イ) 9	(ロ) 5	(ハ) 8.3	(ニ) $\dfrac{4}{3}$ (4)
(ホ) 6	(ヘ) $\dfrac{24}{3R_1+4}$ (3)	(ト) $\dfrac{3}{4}$	(チ) $\dfrac{5}{3R_1+4}$
(リ) 44.2	(ヌ) 2	(ル) 16 (2)	(ヲ) 12.0 (5)
(ワ) $\dfrac{-5}{3R_1+4}$	(カ) $\dfrac{1}{3}$	(ヨ) 4 (1)	

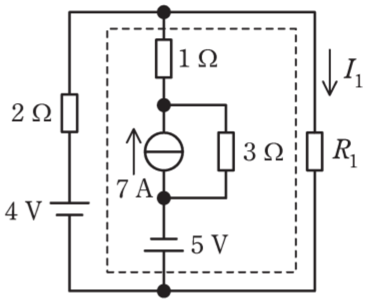


図１

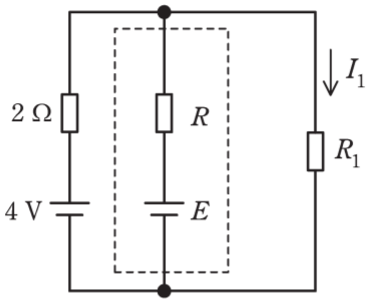


図２

H21 問5

問５　次の文章は，電源を含む直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまる数値を解答群の中から選び，その記号をマークシートに記入しなさい。

図１に示す電源を含む回路を図５の回路に等価変換したい。

まず，図１の４〔Ω〕の抵抗と２〔V〕の直流電圧源の直列接続部分を抵抗と電流源の並列接続となるように等価変換した回路を図２に示す。図２の R_x と I_x はそれぞれ $R_x=$ $\boxed{(1)}$〔Ω〕と $I_x=$ $\boxed{(2)}$〔A〕となる。

次に図２の回路を図３の形に書き直し，R_y と I_y を図４のように抵抗 R_z と電圧源 E_z の直列接続に再び等価変換したとき $R_z=$ $\boxed{(3)}$〔Ω〕となる。さらに図４を図５の１個の直流電圧源と１個の抵抗の直列接続にまとめると $R_i=$ $\boxed{(4)}$〔Ω〕で $E=$ $\boxed{(5)}$〔V〕となる。

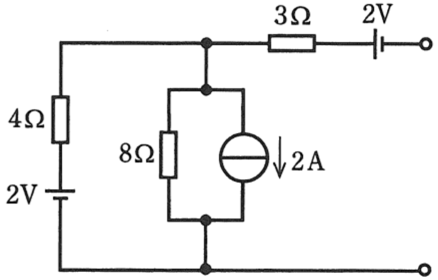


図１

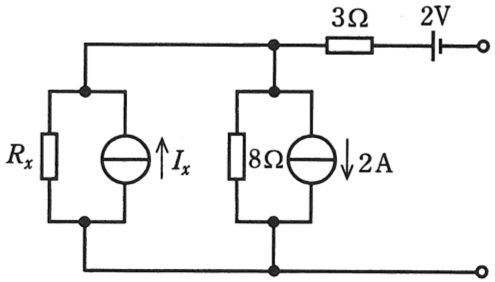


図２

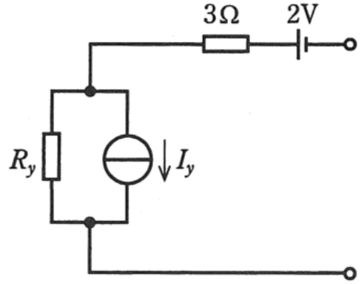


図３

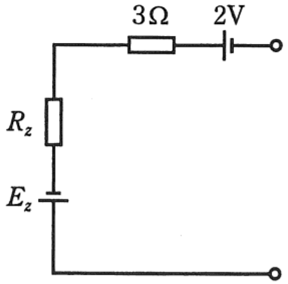


図４

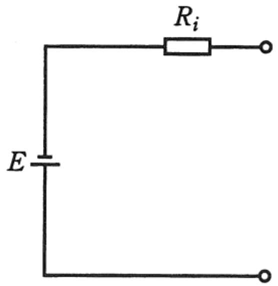


図５

〔問５の解答群〕

(イ) 1	(ロ) 2	(ハ) 4
(ニ) $\frac{8}{5}$	(ホ) $\frac{20}{3}$	(ヘ) 6
(ト) $\frac{4}{3}$	(チ) $\frac{1}{2}$	(リ) $\frac{25}{3}$
(ヌ) $\frac{17}{3}$	(ル) 7	(ヲ) 5
(ワ) $\frac{8}{3}$	(カ) $\frac{3}{2}$	(ヨ) 8

H21 問5

ノートンの定理より、I_xとR_xを求めよ。

問５　次の文章は，電源を含む直流回路に関する記述である。文中の［　　］に当てはまる数値を解答群の中から選び，その記号をマークシートに記入しなさい。

図１に示す電源を含む回路を図５の回路に等価変換したい。

まず，図１の４〔Ω〕の抵抗と２〔V〕の直流電圧源の直列接続部分を抵抗と電流源の並列接続となるように等価変換した回路を図２に示す。図２の R_x と I_x はそれぞれ R_x＝［(1)］〔Ω〕と I_x＝［(2)］〔A〕となる。

次に図２の回路を図３の形に書き直し，R_y と I_y を図４のように抵抗 R_z と電圧源 E_z の直列接続に再び等価変換したとき R_z＝［(3)］〔Ω〕となる。さらに図４を図５の１個の直流電圧源と１個の抵抗の直列接続にまとめると R_i＝［(4)］〔Ω〕で E＝［(5)］〔V〕となる。

ノートンの定理より、I_yとR_yを求めよ。

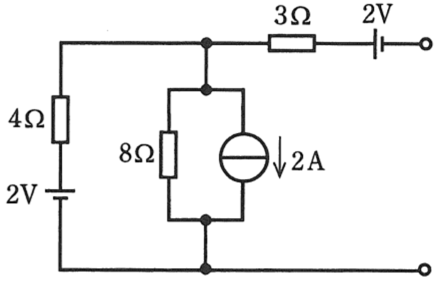


図１

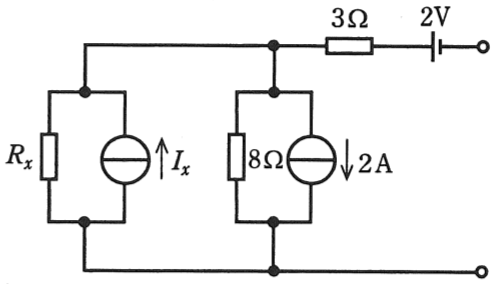


図２

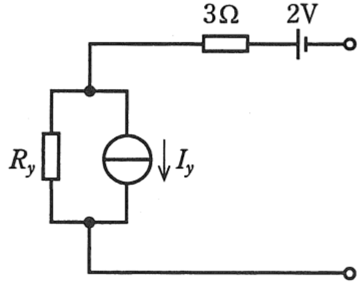


図３

H21 問5

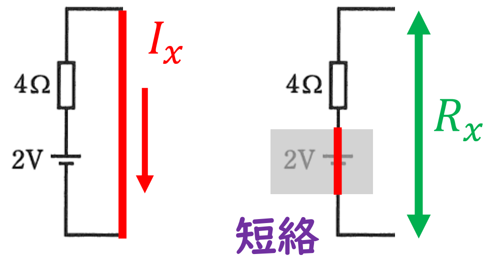
問 5　次の文章は，電源を含む直流回路に関する記述である。文中の［　　］に当てはまる数値を解答群の中から選び，その記号をマークシートに記入しなさい。

図 1 に示す電源を含む回路を図 5 の回路に等価変換したい。

まず，図 1 の 4〔Ω〕の抵抗と 2〔V〕の直流電圧源の直列接続部分を抵抗と電流源の並列接続となるように等価変換した回路を図 2 に示す。図 2 の R_x と I_x はそれぞれ R_x =［(1) 4］〔Ω〕と I_x =［(2) $\frac{1}{2}$］〔A〕となる。

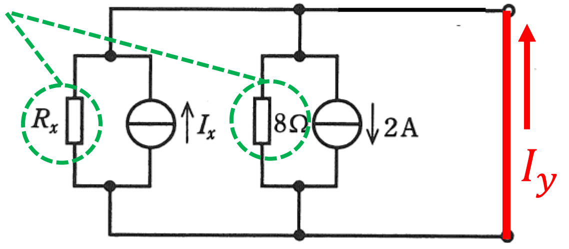
次に図 2 の回路を図 3 の形に書き直し，R_y と I_y を図 4 のように抵抗 R_z と電圧源 E_z の直列接続に再び等価変換したとき R_z =［(3)］〔Ω〕となる。

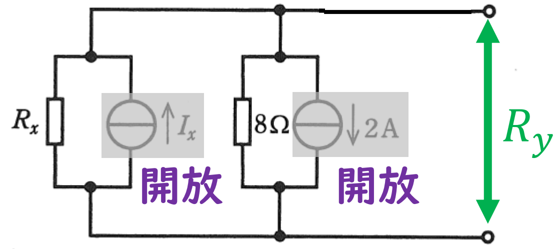
さらに図 4 を図 5 の 1 個の直流電圧源と 1 個の抵抗の直列接続にまとめると R_i =［(4)］〔Ω〕で E =［(5)］〔V〕となる。



ノートンの定理より、
I_xとR_xを求める。

$$I_x = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}\ \mathrm{A} \qquad R_x = 4\ \Omega$$





ノートンの定理より、
I_yとR_yを求める。

$$I_y = 2\ \mathrm{A} - I_x = 2 - \frac{1}{2} = \frac{3}{2}\ \mathrm{A}$$

$$R_y = \frac{R_x \times 8}{R_x + 8} = \frac{4 \times 8}{4 + 8} = \frac{8}{3}\ \Omega$$

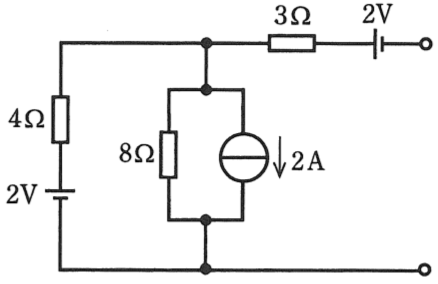


図 1

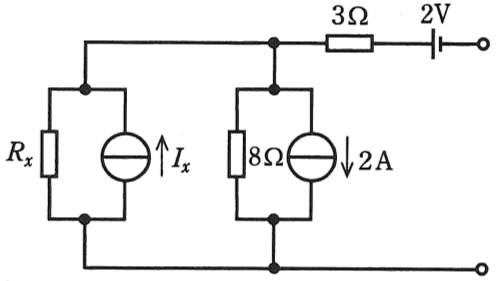


図 2

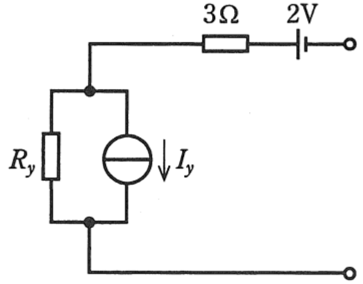


図 3

H21　問5

テブナンの定理より、E_zとR_zを求めよ。

問５　次の文章は，電源を含む直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまる数値を解答群の中から選び，その記号をマークシートに記入しなさい。

図１に示す電源を含む回路を図５の回路に等価変換したい。

まず，図１の４〔Ω〕の抵抗と２〔V〕の直流電圧源の直列接続部分を抵抗と電流源の並列接続となるように等価変換した回路を図２に示す。図２の R_x と I_x はそれぞれ $R_x = \boxed{(1)}$ 4〔Ω〕と $I_x = \boxed{(2)}$ $\frac{1}{2}$〔A〕となる。

次に図２の回路を図３の形に書き直し，R_y と I_y を図４のように抵抗 R_z と電圧源 E_z の直列接続に再び等価変換したとき $R_z = \boxed{(3)}$〔Ω〕となる。さらに図４を図５の１個の直流電圧源と１個の抵抗の直列接続にまとめると $R_i = \boxed{(4)}$〔Ω〕で $E = \boxed{(5)}$〔V〕となる。

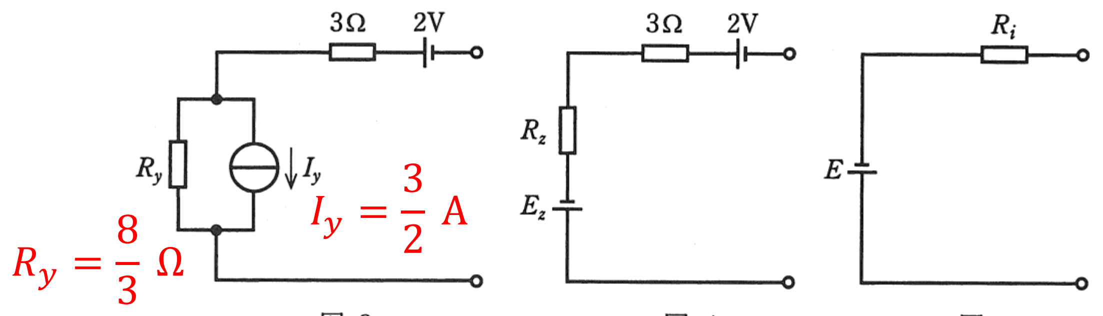


図３　図４　図５

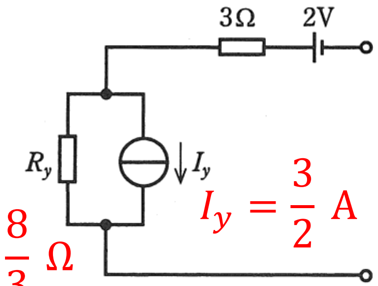
H21　問5

問５　次の文章は，電源を含む直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまる数値を解答群の中から選び，その記号をマークシートに記入しなさい。

図１に示す電源を含む回路を図５の回路に等価変換したい。

まず，図１の４〔Ω〕の抵抗と２〔V〕の直流電圧源の直列接続部分を抵抗と電流源の並列接続となるように等価変換した回路を図２に示す。図２の R_x と I_x はそれぞれ $R_x=$ $\boxed{(1)}$ 4 〔Ω〕と $I_x=$ $\boxed{(2)}$ $\frac{1}{2}$ 〔A〕となる。

次に図２の回路を図３の形に書き直し，R_y と I_y を図４のように抵抗 R_z と電圧源 E_z の直列接続に再び等価変換したとき $R_z=$ $\boxed{(3)}$ $\frac{8}{3}$ 〔Ω〕となる。さらに図４を図５の１個の直流電圧源と１個の抵抗の直列接続にまとめると $R_i=$ $\boxed{(4)}$ $\frac{17}{3}$ 〔Ω〕で $E=$ $\boxed{(5)}$ 6 〔V〕となる。



$R_y=\frac{8}{3}\ \Omega$　　$I_y=\frac{3}{2}\ \mathrm{A}$

図３

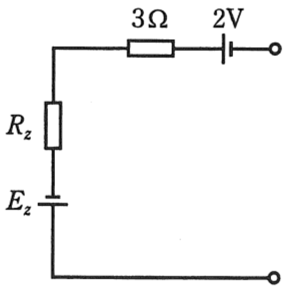


図４

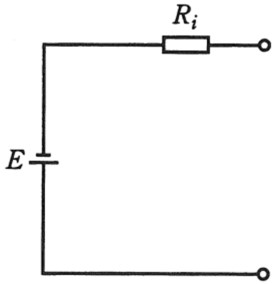
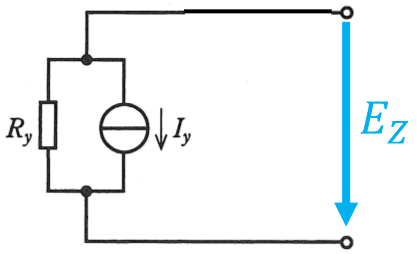
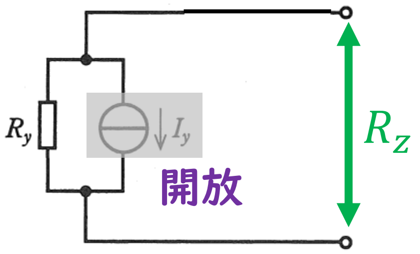


図５





テブナンの定理より、E_zとR_zを求める。

$$E_z=R_yI_y=\frac{8}{3}\times\frac{3}{2}=4\ \mathrm{V}\qquad R_z=R_y=\frac{8}{3}\ \Omega$$

図４と図5の関係より、

$$E=E_z+2\ \mathrm{V}=4+2=6\ \mathrm{V}$$

$$R_i=R_z+3\ \Omega=\frac{8}{3}+3=\frac{17}{3}\ \Omega$$

H21 問5

問５　次の文章は，電源を含む直流回路に関する記述である。文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまる数値を解答群の中から選び，その記号をマークシートに記入しなさい。

図１に示す電源を含む回路を図５の回路に等価変換したい。

まず，図１の４〔Ω〕の抵抗と２〔V〕の直流電圧源の直列接続部分を抵抗と電流源の並列接続となるように等価変換した回路を図２に示す。図２の R_x と I_x はそれぞれ $R_x=$ $\boxed{(1)}$ 4〔Ω〕と $I_x=$ $\boxed{(2)}$ $\frac{1}{2}$〔A〕となる。

次に図２の回路を図３の形に書き直し，R_y と I_y を図４のように抵抗 R_z と電圧源 E_z の直列接続に再び等価変換したとき $R_z=$ $\boxed{(3)}$ $\frac{8}{3}$〔Ω〕となる。さらに図４を図５の１個の直流電圧源と１個の抵抗の直列接続にまとめると $R_i=$ $\boxed{(4)}$ $\frac{17}{3}$〔Ω〕で $E=$ $\boxed{(5)}$ 6〔V〕となる。

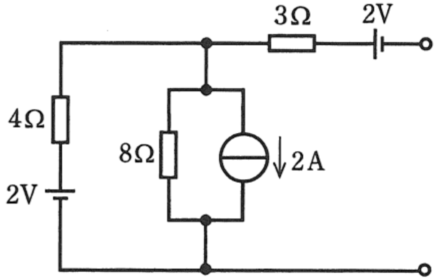


図１

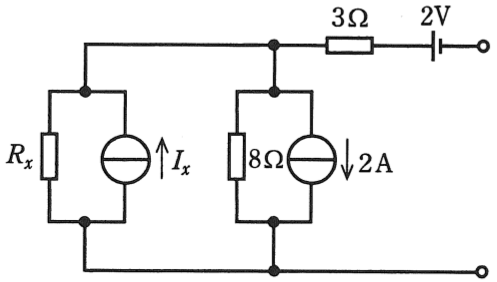


図２

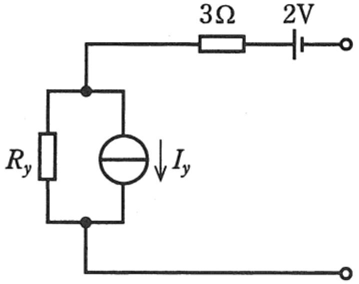


図３

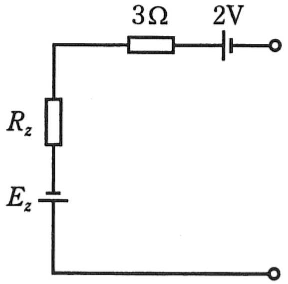


図４

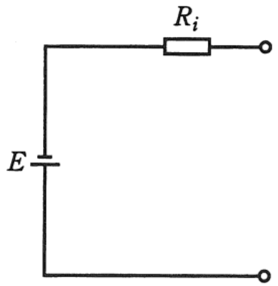


図５

〔問５の解答群〕

(イ) 1	(ロ) 2	(ハ) 4 (1)
(ニ) $\frac{8}{5}$	(ホ) $\frac{20}{3}$	(ヘ) 6 (5)
(ト) $\frac{4}{3}$	(チ) $\frac{1}{2}$ (2)	(リ) $\frac{25}{3}$
(ヌ) $\frac{17}{3}$ (4)	(ル) 7	(ヲ) 5
(ワ) $\frac{8}{3}$ (3)	(カ) $\frac{3}{2}$	(ヨ) 8

ご聴講ありがとうございました!!