

# 電験三種 オンライン講座

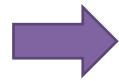
## 電気計測(2)

# 有効数字

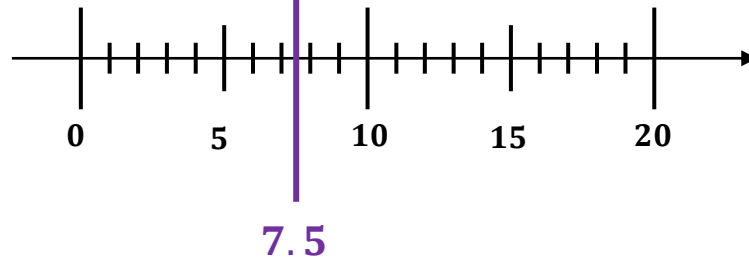
測定結果などを表す数字のうちで、信頼できる範囲の桁数の数字のこと



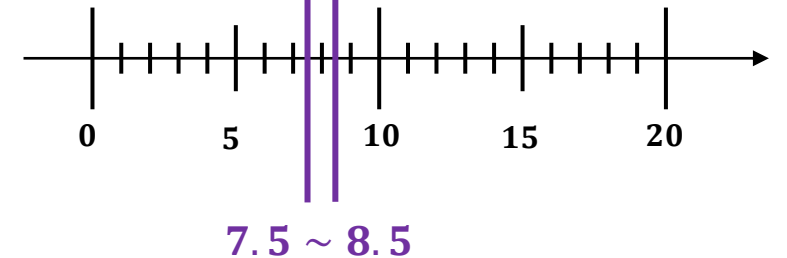
測定結果



針の位置



針の位置



$8 \pm 0.5 \rightarrow 8$

※8.0とは書かない  
小数点第一位は  
信頼できないので

## <有効数字の表現のルール>

- ①位取りの0はカウントしない
- ②最も大きい桁から桁数をカウント
- ③小数点以降の表示があれば0の桁もカウント

12 → 有効数字2桁

1200 → 有効数字2桁

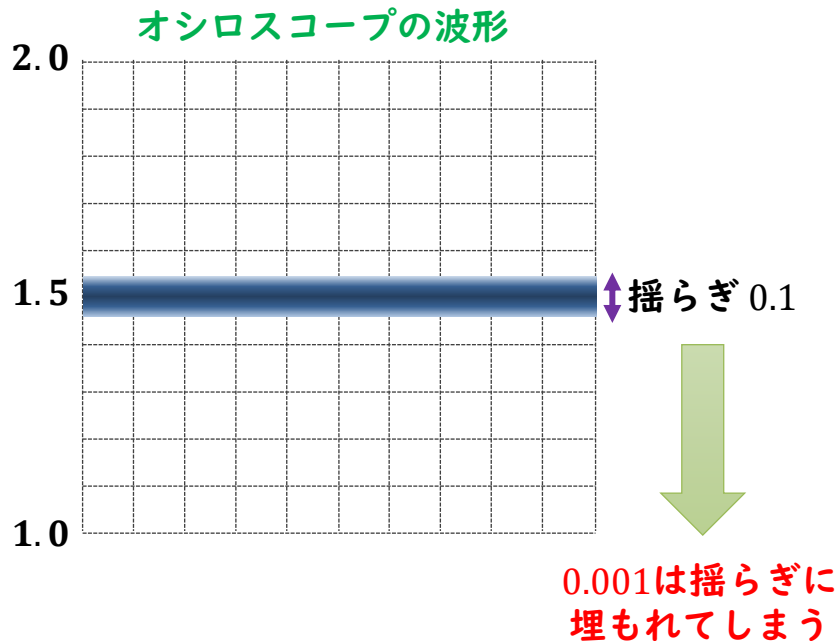
0.012 → 有効数字2桁

1200.0 → 有効数字5桁

0.0120 → 有効数字3桁

# 有効数字の計算

$$1.5 + 0.001$$



$$1.5 + 0.001 = 1.501 \rightarrow 1.5$$

有効数字2桁

$$12.419 + 1 + 2.0015 + 1.31 = 16.7305$$

最も揺らぎが大きい  
観測結果で精度が決まる

17

有効数字2桁

足し算・引き算は  
有効数字としてもっとも大きい数（粗い数）で  
その結果の有効数字が決まる

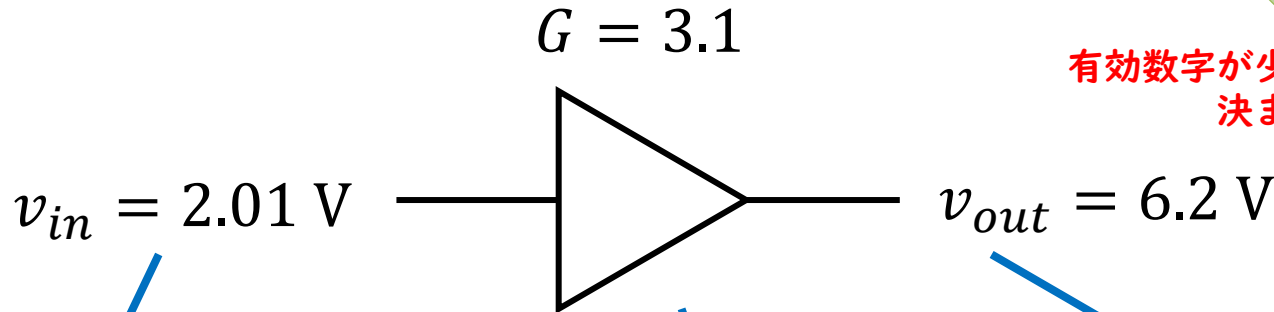
# 有効数字の計算

$$2.01 \times 3.1 = 6.231 \longrightarrow 6.2$$

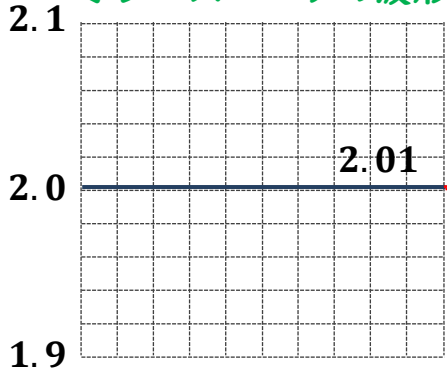
有効数字2桁

有効数字が少ないもので  
決まる

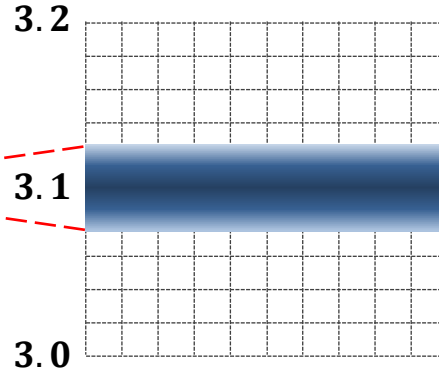
掛け算・割り算は  
有効数字の桁数が少ない数で  
その結果の有効数字が決まる



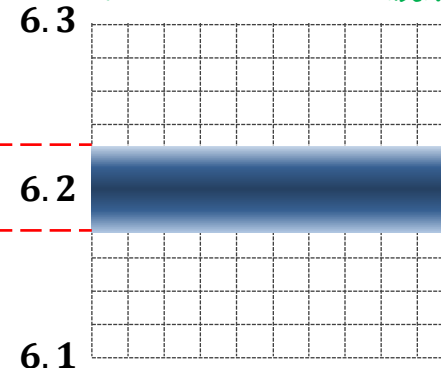
オシロスコプの波形



オシロスコプの波形  
( $v_{in} = 1 \text{ V}$ のとき)



オシロスコプの波形



揺らぎも  
増幅される

# H29 問14

問14 次の(1)～(5)は、計測の結果、得られた測定値を用いた計算である。これらのうち、有効数字と単位の取り扱い方がともに正しいものを一つ選べ。

(1)  $0.51 \text{ V} + 2.2 \text{ V} = 2.71 \text{ V}$

(2)  $0.670 \text{ V} \div 1.2 \text{ A} = 0.558 \Omega$

(3)  $1.4 \text{ A} \times 3.9 \text{ ms} = 5.5 \times 10^{-6} \text{ C}$

(4)  $0.12 \text{ A} - 10 \text{ mA} = 0.11 \text{ m}$

(5)  $0.5 \times 2.4 \text{ F} \times 0.5 \text{ V} \times 0.5 \text{ V} = 0.3 \text{ J}$

# H29 問14

問14 次の(1)～(5)は、計測の結果、得られた測定値を用いた計算である。これらのうち、有効数字と単位の取り扱い方がともに正しいものを一つ選べ。

(1)  $0.51 \text{ V} + 2.2 \text{ V} = 2.71 \text{ V}$

(2)  $0.670 \text{ V} \div 1.2 \text{ A} = 0.558 \Omega$

(3)  $1.4 \text{ A} \times 3.9 \text{ ms} = 5.5 \times 10^{-6} \text{ C}$

(4)  $0.12 \text{ A} - 10 \text{ mA} = 0.11 \text{ m}$

(5)  $0.5 \times 2.4 \text{ F} \times 0.5 \text{ V} \times 0.5 \text{ V} = 0.3 \text{ J}$

(1)  $0.51 \text{ V} + 2.2 \text{ V} = 2.71 \text{ V} \rightarrow 2.7 \text{ V}$

(2)  $0.670 \text{ V} \div 1.2 \text{ A} = 0.558 \Omega \rightarrow 0.56 \Omega$

(3)  $1.4 \text{ A} \times 3.9 \text{ ms} = 5.5 \times 10^{-6} \text{ C} \rightarrow 5.5 \times 10^{-3} \text{ C}$

(4)  $0.12 \text{ A} - 10 \text{ mA} = 0.11 \text{ m} \rightarrow 0.11 \text{ A}$

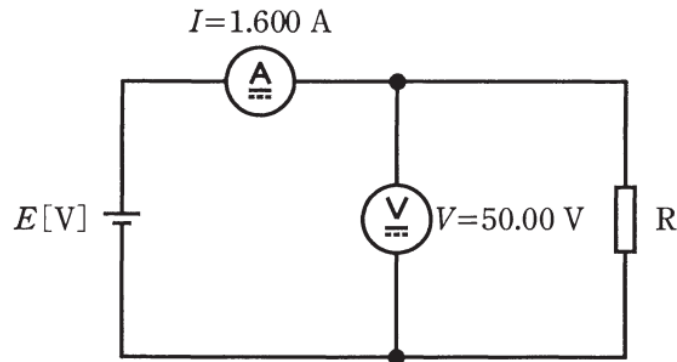


# 電流 / 電圧計測

# H28 問16

問16 図のような回路において、抵抗Rの値[Ω]を電圧降下法によって測定した。この測定で得られた値は、電流計 $I=1.600\text{ A}$ 、電圧計 $V=50.00\text{ V}$ であった。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、抵抗Rの真の値は $31.21\text{ }\Omega$ とし、直流電源、電圧計及び電流計の内部抵抗の影響は無視できるものである。また、抵抗Rの測定値は有効数字4桁で計算せよ。



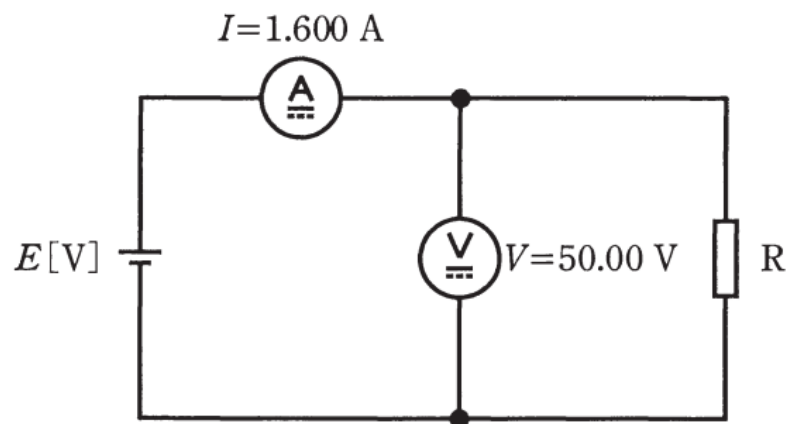
(a) 抵抗Rの絶対誤差[Ω]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.004      (2) 0.04      (3) 0.14      (4) 0.4      (5) 1.4

(b) 絶対誤差の真の値に対する比率を相対誤差という。これを百分率で示した、抵抗Rの百分率誤差(誤差率)[%]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.0013      (2) 0.03      (3) 0.13      (4) 0.3      (5) 1.3

# 導出のポイント



$$R_{act} = 31.21 \Omega$$

(a) 抵抗  $R$  の絶対誤差 [ $\Omega$ ] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$R_{mes} = \frac{V}{I} = \frac{50.00}{1.600} = 31.25 \Omega$$

絶対誤差 = (測定値) - (真値) の絶対値

$$|R_{mes} - R_{act}| = |31.25 - 31.21| = 0.04 \Omega$$

(b) 絶対誤差の真の値に対する比率を相対誤差という。これを百分率で示した、抵抗  $R$  の百分率誤差 (誤差率) [%] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

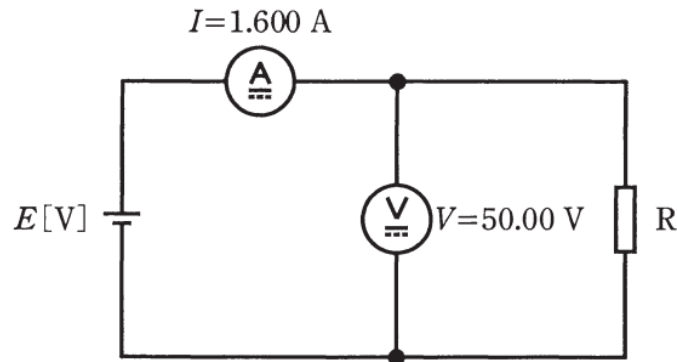
$$\text{相対誤差} = \frac{\text{絶対誤差}}{\text{真値}} \times 100 = \frac{|\text{測定値} - \text{真値}|}{\text{真値}} \times 100 [\%]$$

$$\frac{|R_{mes} - R_{act}|}{R_{act}} \times 100 = \frac{0.04}{31.21} \times 100 = 0.13 \%$$

# H28 問16

問16 図のような回路において、抵抗Rの値[Ω]を電圧降下法によって測定した。この測定で得られた値は、電流計 $I=1.600\text{ A}$ 、電圧計 $V=50.00\text{ V}$ であった。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、抵抗Rの真の値は $31.21\text{ }\Omega$ とし、直流電源、電圧計及び電流計の内部抵抗の影響は無視できるものである。また、抵抗Rの測定値は有効数字4桁で計算せよ。



(a) 抵抗Rの絶対誤差[Ω]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.004    (2) 0.04    (3) 0.14    (4) 0.4    (5) 1.4

(b) 絶対誤差の真の値に対する比率を相対誤差という。これを百分率で示した、抵抗Rの百分率誤差(誤差率)[%]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.0013    (2) 0.03    (3) 0.13    (4) 0.3    (5) 1.3

# H30 問18

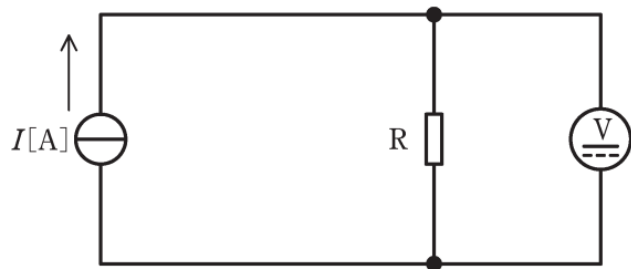
問18 内部抵抗が  $15\text{ k}\Omega$  の  $150\text{ V}$  測定端子と内部抵抗が  $10\text{ k}\Omega$  の  $100\text{ V}$  測定端子をもつ永久磁石可動コイル形直流電圧計がある。この直流電圧計を使用して、図のように、電流  $I[\text{A}]$  の定電流源で電流を流して抵抗  $R$  の両端の電圧を測定した。

測定Ⅰ： $150\text{ V}$  の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は  $101.0\text{ V}$  であった。

測定Ⅱ： $100\text{ V}$  の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は  $99.00\text{ V}$  であった。

次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、測定に用いた機器の指示値に誤差はないものとする。



(a) 抵抗  $R$  の抵抗値  $[\Omega]$  として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

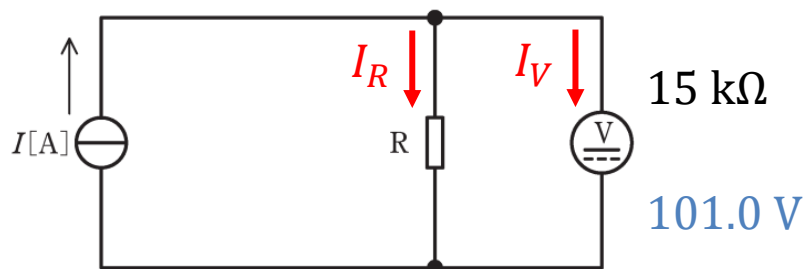
- (1) 241      (2) 303      (3) 362      (4) 486      (5) 632

(b) 電流  $I$  の値  $[\text{A}]$  として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

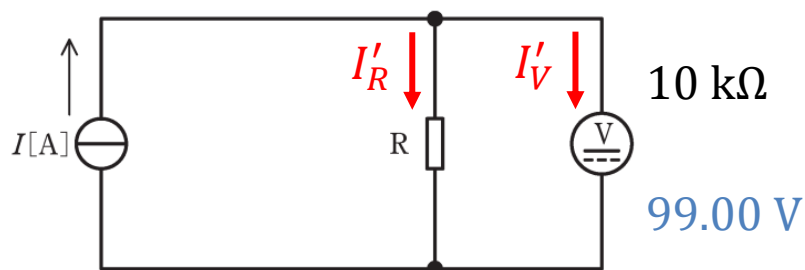
- (1) 0.08      (2) 0.17      (3) 0.25      (4) 0.36      (5) 0.49

# 導出のポイント

測定Ⅰ：150 V の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は 101.0 V であった。



測定Ⅱ：100 V の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は 99.00 V であった。



(a) 抵抗 R の抵抗値 [Ω] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$I = I_R + I_V = I'_R + I'_V \\ = \frac{101}{R} + \frac{101}{15} = \frac{99}{R} + \frac{99}{10}$$

$$\frac{101}{R} - \frac{99}{R} = \frac{99}{10} - \frac{101}{15}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{99}{10} - \frac{101}{15}$$

$$\frac{2}{R} = 9.9 - 6.733$$

$$R = \frac{2}{9.9 - 6.733} = 0.632 \text{ k}\Omega = 632 \Omega$$

(b) 電流 I の値 [A] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$I = \frac{99}{0.632} + \frac{99}{10} = 167 \text{ mA} = 0.17 \text{ A}$$

# H30 問18

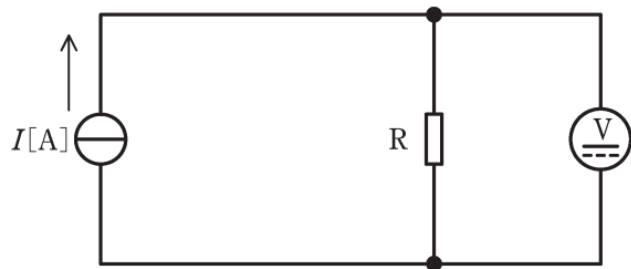
問18 内部抵抗が  $15\text{ k}\Omega$  の  $150\text{ V}$  測定端子と内部抵抗が  $10\text{ k}\Omega$  の  $100\text{ V}$  測定端子をもつ永久磁石可動コイル形直流電圧計がある。この直流電圧計を使用して、図のように、電流  $I[\text{A}]$  の定電流源で電流を流して抵抗  $R$  の両端の電圧を測定した。

測定Ⅰ：  $150\text{ V}$  の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は  $101.0\text{ V}$  であった。

測定Ⅱ：  $100\text{ V}$  の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は  $99.00\text{ V}$  であった。

次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、測定に用いた機器の指示値に誤差はないものとする。



(a) 抵抗  $R$  の抵抗値  $[\Omega]$  として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

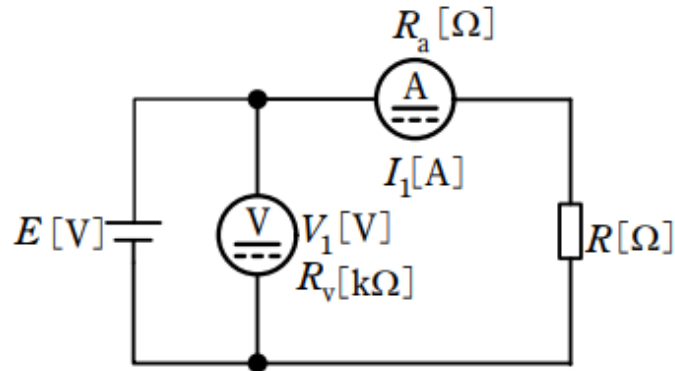
- (1) 241      (2) 303      (3) 362      (4) 486      (5) 632

(b) 電流  $I$  の値  $[\text{A}]$  として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.08      (2) 0.17      (3) 0.25      (4) 0.36      (5) 0.49

# R03 問16

問16 図のように、電源  $E$  [V]、負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ]、内部抵抗  $R_v$  [k $\Omega$ ]の電圧計及び内部抵抗  $R_a$  [ $\Omega$ ]の電流計を接続した回路がある。この回路において、電圧計及び電流計の指示値がそれぞれ  $V_1$  [V]、 $I_1$  [A]であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし、電圧計と電流計の指示値の積を負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ]の消費電力の測定値とする。



(a) 電流計の電力損失の値[W]を表す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)  $\frac{V_1^2}{R_a}$

(2)  $\frac{V_1^2}{R_a} - I_1^2 R_a$

(3)  $\frac{V_1^2}{R_v} + I_1^2 R_a$

(4)  $I_1^2 R_a$

(5)  $I_1^2 R_a - I_1^2 R_v$

(b) 今、負荷抵抗  $R = 320 \Omega$ 、電流計の内部抵抗  $R_a = 4 \Omega$ が分かっている。

この回路で得られた負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ]の消費電力の測定値  $V_1 I_1$  [W]に対して、 $R$  [ $\Omega$ ]の消費電力を真値とするとき、誤差率の値[%]として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.3

(2) 0.8

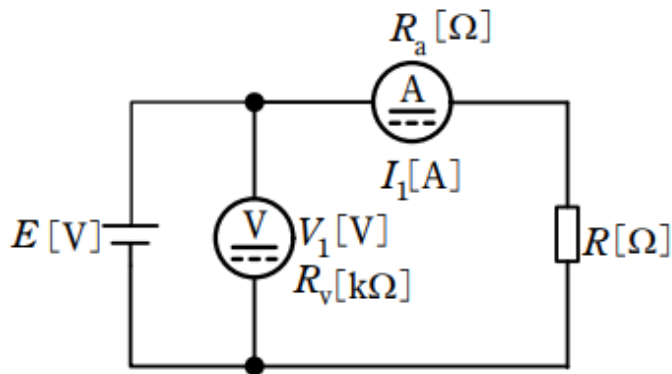
(3) 0.9

(4) 1.0

(5) 1.2

# 導出のポイント

問 16 図のように、電源  $E$  [V]、負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ]、内部抵抗  $R_v$  [k $\Omega$ ] の電圧計及び内部抵抗  $R_a$  [ $\Omega$ ] の電流計を接続した回路がある。この回路において、電圧計及び電流計の指示値がそれぞれ  $V_1$  [V]、 $I_1$  [A] であるとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし、電圧計と電流計の指示値の積を負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の消費電力の測定値とする。



(a) 電流計の電力損失の値 [W] を表す式として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$P_a = R_a I_1^2$$

(b) 今、負荷抵抗  $R = 320 \Omega$ 、電流計の内部抵抗  $R_a = 4 \Omega$  が分かっている。

この回路で得られた負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の消費電力の測定値  $V_1 I_1$  [W] に対して、 $R$  [ $\Omega$ ] の消費電力を真値とすると、誤差率の値 [%] として最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$P' = V_1 I_1 = (R_a + R) I_1 \times I_1 = \underbrace{R_a I_1^2}_{\text{誤差}} + \underbrace{R I_1^2}_{\text{真値}}$$

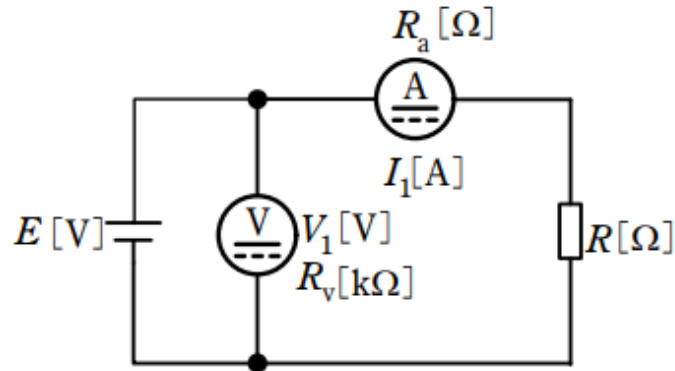
$$\text{誤差} = (\text{測定値}) - (\text{真値})$$

$$\text{誤差率} = \frac{(\text{測定値}) - (\text{真値})}{(\text{真値})}$$

$$\begin{aligned} \text{誤差率} &= \frac{P' - R I_1^2}{R I_1^2} = \frac{R_a I_1^2 + R I_1^2 - R I_1^2}{R I_1^2} = \frac{R_a I_1^2}{R I_1^2} = \frac{R_a}{R} \\ &= \frac{4}{320} = \frac{1}{80} = 0.0125 \rightarrow 1.25 \% \end{aligned}$$

# R03 問16

問16 図のように、電源  $E$  [V]、負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ]、内部抵抗  $R_v$  [k $\Omega$ ] の電圧計及び内部抵抗  $R_a$  [ $\Omega$ ] の電流計を接続した回路がある。この回路において、電圧計及び電流計の指示値がそれぞれ  $V_1$  [V]、 $I_1$  [A] であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし、電圧計と電流計の指示値の積を負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の消費電力の測定値とする。



(a) 電流計の電力損失の値 [W] を表す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)  $\frac{V_1^2}{R_a}$

(2)  $\frac{V_1^2}{R_a} - I_1^2 R_a$

(3)  $\frac{V_1^2}{R_v} + I_1^2 R_a$

(4)  $I_1^2 R_a$

(5)  $I_1^2 R_a - I_1^2 R_v$

(b) 今、負荷抵抗  $R = 320 \Omega$ 、電流計の内部抵抗  $R_a = 4 \Omega$  が分かっている。

この回路で得られた負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の消費電力の測定値  $V_1 I_1$  [W] に対して、 $R$  [ $\Omega$ ] の消費電力を真値とするとき、誤差率の値 [%] として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.3

(2) 0.8

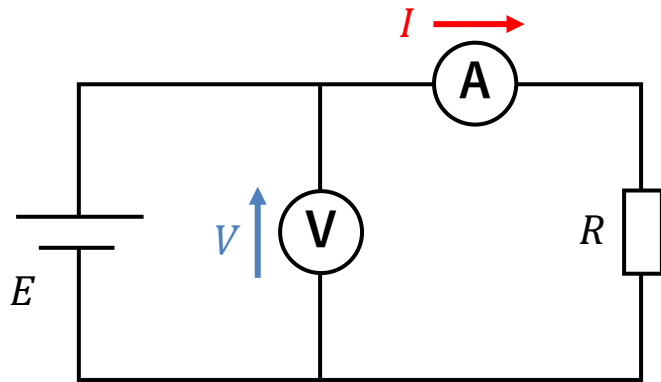
(3) 0.9

(4) 1.0

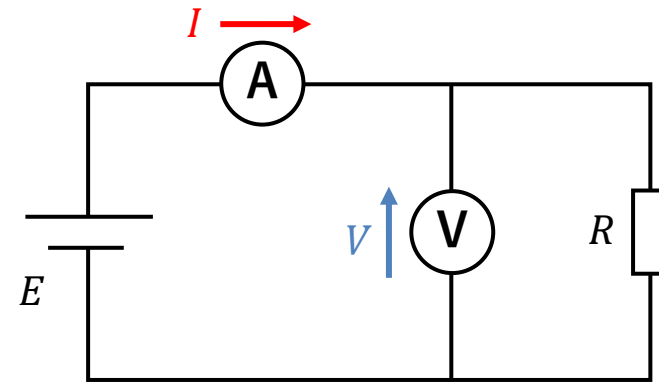
(5) 1.2

# 前回のHOMEWORK

抵抗 $R$ の値を測定するために回路Aと回路Bという2つの実験系を構築した。  
電流計、電圧計それぞれの内部抵抗を考慮したとき、回路Aと回路Bの特徴をそれぞれ説明せよ。



回路A

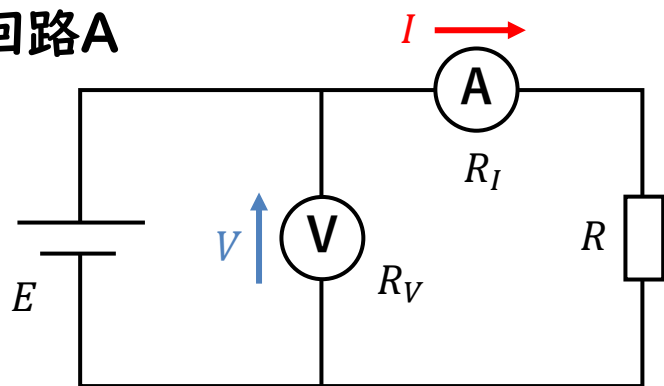


回路B

# 前回のHOMEWORK

電流計の内部抵抗を $R_I$ 、電圧計の内部抵抗を $R_V$ 、測定される抵抗を $R' = V/I$ とすると、

回路A



$$V = E$$

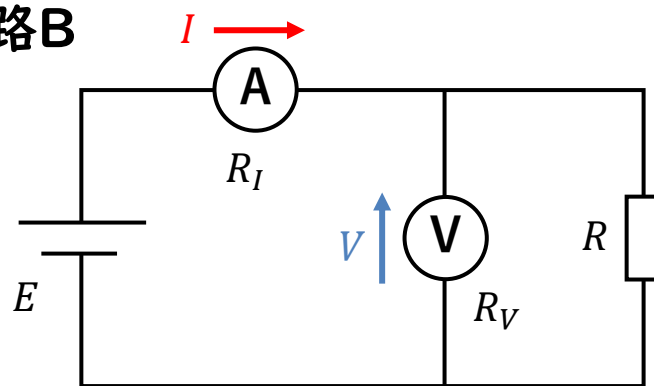
$$I = \frac{E}{R_I + R}$$

$$R' = \frac{V}{I} = E \cdot \frac{R_I + R}{E} = R_I + R$$

$$\varepsilon = \frac{R' - R}{R} = \frac{R_I}{R}$$

**$R$ に比べて $R_I$ が小さいと  
誤差率が小さくなる**

回路B



$$V = \frac{RR_V}{R_V + R} I$$

$$R' = \frac{V}{I} = \frac{RR_V}{R_V + R} I \cdot \frac{1}{I} = \frac{RR_V}{R_V + R}$$

$$\varepsilon = \frac{R' - R}{R} = \frac{1}{R} \left( \frac{RR_V}{R_V + R} - R \right) = \frac{R_V}{R_V + R} - 1 = \frac{-R}{R_V + R}$$

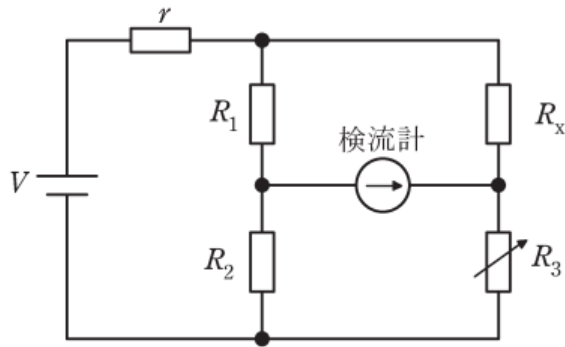
**$R$ に比べて $R_V$ が大きいと  
誤差率が小さくなる**

# R03 問14

問14 図のブリッジ回路を用いて、未知の抵抗の値  $R_x$  [ $\Omega$ ] を推定したい。可変抵抗  $R_3$  を調整して、検流計に電流が流れない状態を探し、平衡条件を満足する  $R_x$  [ $\Omega$ ] の値を求める。求めた値が真値と異なる原因が、 $R_k$  ( $k=1, 2, 3$ ) の真値からの誤差  $\Delta R_k$  のみである場合を考え、それらの誤差率  $\varepsilon_k = \frac{\Delta R_k}{R_k}$  が次の値であったとき、 $R_x$

の誤差率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$\varepsilon_1 = 0.01, \quad \varepsilon_2 = -0.01, \quad \varepsilon_3 = 0.02$$



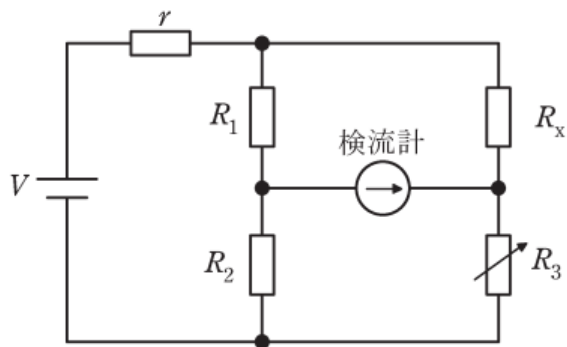
- (1) 0.0001    (2) 0.01    (3) 0.02    (4) 0.03    (5) 0.04

# 導出のポイント

問 14 図のブリッジ回路を用いて、未知の抵抗の値  $R_x$  [ $\Omega$ ] を推定したい。可変抵抗  $R_3$  を調整して、検流計に電流が流れない状態を探し、平衡条件を満足する  $R_x$  [ $\Omega$ ] の値を求める。求めた値が真値と異なる原因が、 $R_k$  ( $k=1, 2, 3$ ) の真値からの誤差  $\Delta R_k$  のみである場合を考え、それらの誤差率  $\varepsilon_k = \frac{\Delta R_k}{R_k}$  が次の値であったとき、 $R_x$

の誤差率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$\varepsilon_1 = 0.01, \quad \varepsilon_2 = -0.01, \quad \varepsilon_3 = 0.02$$



- (1) 0.0001    (2) 0.01    (3) 0.02    (4) 0.03    (5) 0.04

$$\text{誤差} = (\text{測定値}) - (\text{真値})$$

$$\text{誤差率} = \frac{(\text{測定値}) - (\text{真値})}{(\text{真値})}$$

$$\varepsilon_k = \frac{\Delta R_k}{R_k} \rightarrow \varepsilon_k = \frac{R'_k - R_k}{R_k} \rightarrow R'_k = (1 + \varepsilon_k)R_k$$

$R'_k$  : 抵抗の測定値       $R_k$  : 抵抗の真値

ブリッジの平衡条件より

$$R'_1 R'_3 = R'_2 R'_x$$

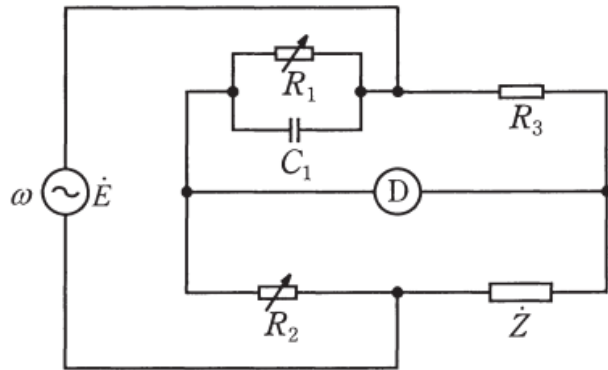
$$\begin{aligned} R'_x &= \frac{R'_1 R'_3}{R'_2} = \frac{(1 + \varepsilon_1)R_1(1 + \varepsilon_3)R_3}{(1 + \varepsilon_2)R_2} = \frac{(1 + \varepsilon_1)(1 + \varepsilon_3)}{(1 + \varepsilon_2)} \times \frac{R_1 R_3}{R_2} \\ &= \frac{(1 + 0.01)(1 + 0.02)}{(1 - 0.01)} \times \frac{R_1 R_3}{R_2} = \frac{1.01 \times 1.02}{0.99} \times \frac{R_1 R_3}{R_2} \\ &= 1.041 \times \frac{R_1 R_3}{R_2} = (1 + 0.041) \times R_x \end{aligned}$$

$\frac{R_1 R_3}{R_2}$        $\varepsilon_x$

ご聴講ありがとうございました!!

# H29 問15

問15 図は未知のインピーダンス  $\dot{Z}$  [ $\Omega$ ] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を  $\dot{E}$  [V]、角周波数を  $\omega$  [rad/s] とする。ただし  $\omega$ 、静電容量  $C_1$  [F]、抵抗  $R_1$  [ $\Omega$ ]、 $R_2$  [ $\Omega$ ]、 $R_3$  [ $\Omega$ ] は零でないとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を  $\dot{Z}$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $\omega$  及び  $C_1$  を用いて表すと、

(  )  $\dot{Z} = R_2 R_3$

となる。

上式の空白に入る式として適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

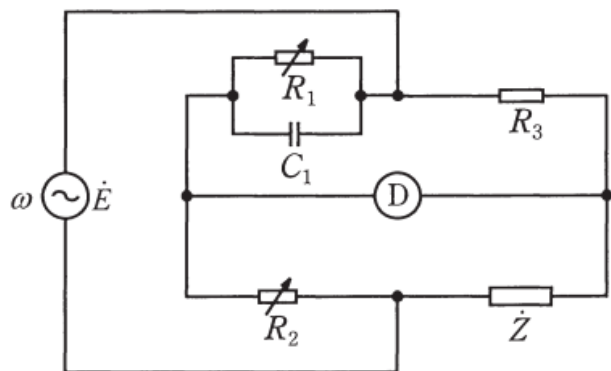
- (1)  $R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$       (2)  $R_1 - \frac{1}{j\omega C_1}$       (3)  $\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1}$   
 (4)  $\frac{R_1}{1 - j\omega C_1 R_1}$       (5)  $\sqrt{\frac{R_1}{j\omega C_1}}$

(b)  $\dot{Z} = R + jX$  としたとき、この交流ブリッジで測定できる  $R$  [ $\Omega$ ] と  $X$  [ $\Omega$ ] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)  $R \geq 0, X \leq 0$       (2)  $R > 0, X < 0$       (3)  $R = 0, X > 0$   
 (4)  $R > 0, X > 0$       (5)  $R = 0, X \leq 0$

# 導出のポイント

問 15 図は未知のインピーダンス  $\dot{Z}$  [Ω] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を  $\dot{E}$  [V]、角周波数を  $\omega$  [rad/s] とする。ただし  $\omega$ 、静電容量  $C_1$  [F]、抵抗  $R_1$  [Ω]、 $R_2$  [Ω]、 $R_3$  [Ω] は零でないとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を  $\dot{Z}$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $\omega$  及び

$C_1$  を用いて表すと、

$$\left( \quad \right) \dot{Z} = R_2 R_3 \quad \frac{R_1 \times 1/j\omega C}{R_1 + 1/j\omega C} = \frac{R_1}{1 + j\omega C R_1}$$

となる。

上式の空白に入る式として適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(b)  $\dot{Z} = R + jX$  としたとき、この交流ブリッジで測定できる  $R$  [Ω] と  $X$  [Ω] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)  $R \geq 0, X \leq 0$       (2)  $R > 0, X < 0$       (3)  $R = 0, X > 0$   
 (4)  $R > 0, X > 0$       (5)  $R = 0, X \leq 0$

ブリッジの平衡条件より

$$\dot{Z} \frac{R_1}{1 + j\omega C R_1} = R_2 R_3$$

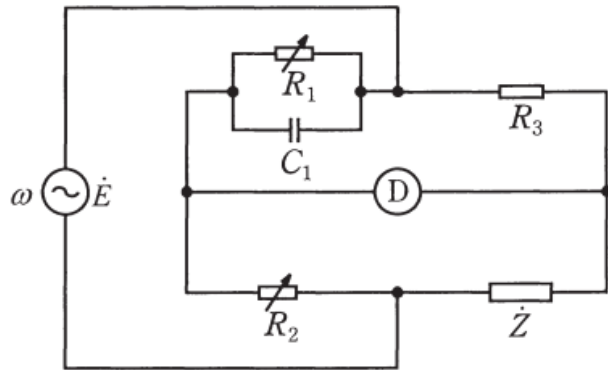
$$\dot{Z} = R_2 R_3 \times \frac{1 + j\omega C R_1}{R_1} = \frac{R_2 R_3}{R_1} + j\omega C R_2 R_3 = R + jX$$

$$R = \frac{R_2 R_3}{R_1} > 0$$

$$X = \omega C R_2 R_3 > 0$$

# H29 問15

問15 図は未知のインピーダンス  $\dot{Z}$  [ $\Omega$ ] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を  $\dot{E}$  [V]、角周波数を  $\omega$  [rad/s] とする。ただし  $\omega$ 、静電容量  $C_1$  [F]、抵抗  $R_1$  [ $\Omega$ ]、 $R_2$  [ $\Omega$ ]、 $R_3$  [ $\Omega$ ] は零でないとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を  $\dot{Z}$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $\omega$  及び  $C_1$  を用いて表すと、

(  )  $\dot{Z} = R_2 R_3$

となる。

上式の空白に入る式として適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)  $R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$       (2)  $R_1 - \frac{1}{j\omega C_1}$       (3)  $\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1}$   
 (4)  $\frac{R_1}{1 - j\omega C_1 R_1}$       (5)  $\sqrt{\frac{R_1}{j\omega C_1}}$

(b)  $\dot{Z} = R + jX$  としたとき、この交流ブリッジで測定できる  $R$  [ $\Omega$ ] と  $X$  [ $\Omega$ ] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)  $R \geq 0, X \leq 0$       (2)  $R > 0, X < 0$       (3)  $R = 0, X > 0$   
 (4)  $R > 0, X > 0$       (5)  $R = 0, X \leq 0$

# H27 問15

問15 図のように、a-b間の長さが15 cm、最大値が $30\ \Omega$ のすべり抵抗器R、電流計、検流計、電池 $E_0$  [V]、電池 $E_x$  [V]が接続された回路がある。この回路において次のような実験を行った。

実験Ⅰ：図1でスイッチSを開いたとき、電流計は200 mAを示した。

実験Ⅱ：図1でスイッチSを閉じ、すべり抵抗器Rの端子cをbの方向へ移動させて行き、検流計が零を指したとき移動を停止した。このとき、a-c間の距離は4.5 cmであった。

実験Ⅲ：図2に配線を変更したら、電流計の値は50 mAであった。

次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし、各計測器の内部抵抗及び接触抵抗は無視できるものとし、また、すべり抵抗器Rの長さ[cm]と抵抗値 $[\Omega]$ とは比例するものとする。

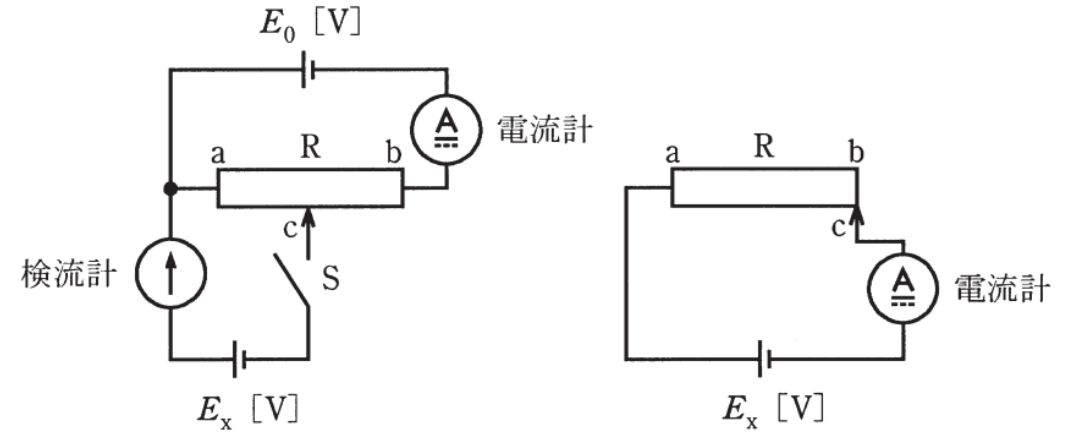


図1

図2

(a) 電池 $E_x$ の起電力の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

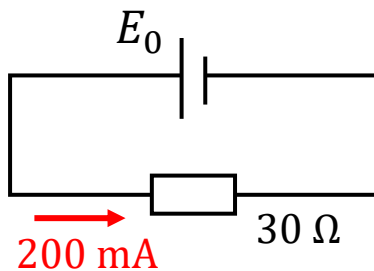
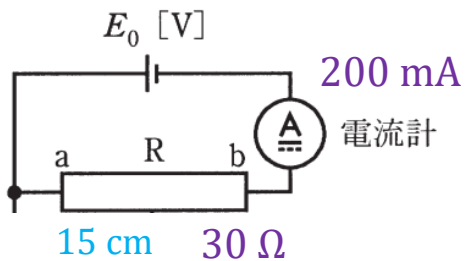
- (1) 1.0      (2) 1.2      (3) 1.5      (4) 1.8      (5) 2.0

(b) 電池 $E_x$ の内部抵抗の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.5      (2) 2.0      (3) 3.5      (4) 4.2      (5) 6.0

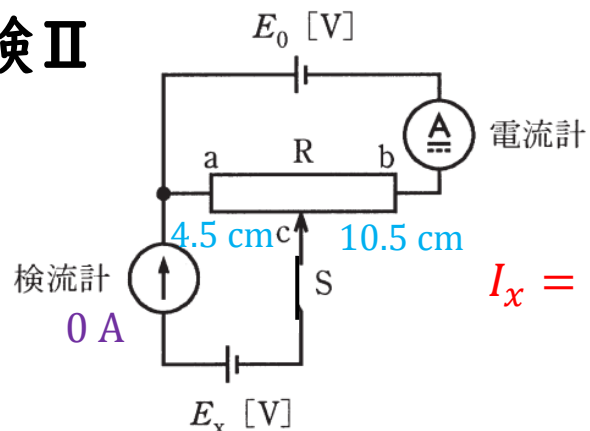
# 導出のポイント

## 実験Ⅰ

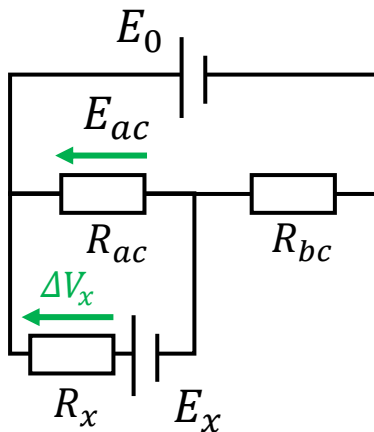


$$E_0 = 30 \times 0.2 = 6 \text{ V}$$

## 実験Ⅱ



$$I_x = 0 \text{ A}$$



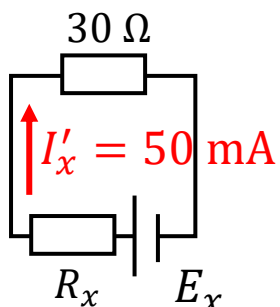
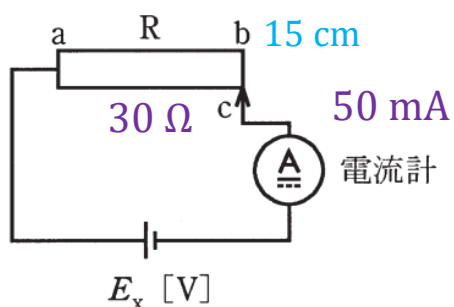
$$E_{ac} = \frac{R_{ac}}{R_{ac} + R_{bc}} E_0 = \frac{4.5}{15} \times 6 = 1.8 \text{ V}$$

$$E_x = \Delta V_x + E_{ac} = R_x I_x + E_{ac} = E_{ac} = 1.8 \text{ V}$$

$0 \text{ A}$

内部抵抗含む

## 実験Ⅲ



$$E_x = (R_x + 30) I'_x$$

$$R_x + 30 = \frac{E_x}{I'_x} = \frac{1.8}{0.05} = 36$$

$$R_x = 36 - 30 = 6 \text{ Ω}$$

内部抵抗含む

# H27 問15

問15 図のように、a-b間の長さが15 cm、最大値が $30\ \Omega$ のすべり抵抗器R、電流計、検流計、電池 $E_0$  [V]、電池 $E_x$  [V]が接続された回路がある。この回路において次のような実験を行った。

実験Ⅰ：図1でスイッチSを開いたとき、電流計は200 mAを示した。

実験Ⅱ：図1でスイッチSを閉じ、すべり抵抗器Rの端子cをbの方向へ移動させて行き、検流計が零を指したとき移動を停止した。このとき、a-c間の距離は4.5 cmであった。

実験Ⅲ：図2に配線を変更したら、電流計の値は50 mAであった。

次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし、各計測器の内部抵抗及び接触抵抗は無視できるものとし、また、すべり抵抗器Rの長さ[cm]と抵抗値 $[\Omega]$ とは比例するものとする。

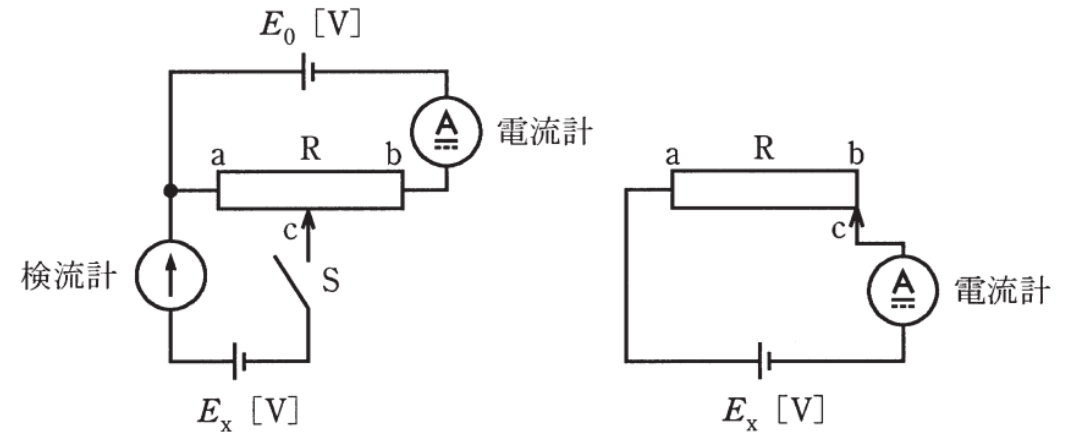


図1

図2

(a) 電池 $E_x$ の起電力の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1.0    (2) 1.2    (3) 1.5    (4) 1.8    (5) 2.0

(b) 電池 $E_x$ の内部抵抗の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.5    (2) 2.0    (3) 3.5    (4) 4.2    (5) 6.0