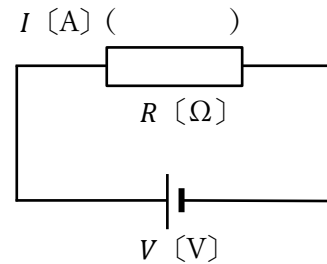


## 直流回路

### 【物理基礎】

右図の ( ) に電流の流れる向きを矢印で示せ。



- $R$  [Ω] の抵抗に、 $V$  [V] の電池をつないだとき、 $I$  [A] の電流が流れた。「オームの法則」を書け。  
( )

問1  $5.0\Omega$  の抵抗に、 $10V$  の電池をつないだとき、流れる電流は ( ) である。

- 抵抗に、 $V$  [V] の電池をつないだとき、 $I$  [A] の電流が流れた。このとき、抵抗で消費する電力  $P$  [ (  $W$  ) ] は  $P =$  ( ) となる。  
抵抗で消費する電力は、1秒間に抵抗で発生する熱となる。この熱を ( ) という。  
したがって、 $t$  [s] 間に発生するジュール熱  $Q$  [J] は  $Q =$  ( ) である。

問2 問1の抵抗での消費電力は ( ) である。また、この抵抗で1.0分間に発生するジュール熱は ( ) である。

- 図1の接続を ( ) といい、合成抵抗の値は ( ) となる。  
図2の接続を ( ) といい、合成抵抗の値は ( ) となる。

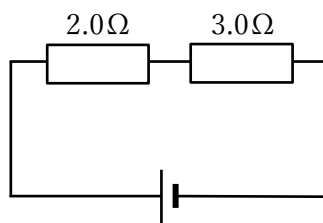


図1

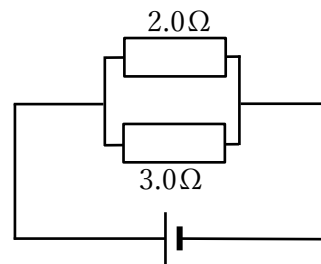
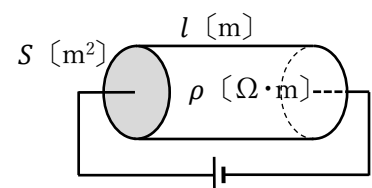


図2

- 抵抗値  $R$  [Ω] は、抵抗線の材質の「抵抗率」 $\rho$  [Ω・m]、抵抗線の「長さ」 $l$  [m]、「断面積」 $S$  [m<sup>2</sup>] で次のように決まる。

$$R = ( )$$



- 一般の抵抗線は金属でできている。例えば、ニクロム線は、ニッケルとクロムの合金である。抵抗線中の金属の原子は、数個の電子を放出して陽イオンになっている。放出した電子を ( ) といい、これが移動することによって電流が流れる。また、金属の陽イオンは ( ) しており、これが抵抗となる。したがって抵抗線の温度が上昇すると、熱振動が激しくなり、抵抗値は ( ) くなる。

温度上昇による抵抗値の増加は金属の種類によって異なる。

ある抵抗の  $0^{\circ}\text{C}$  のときの抵抗値を  $R_0$  [ $\Omega$ ] , この抵抗の「抵抗率の温度係数」を  $\alpha$  [ $1/\text{K}$ ] とする。温度変化による抵抗線の長さや断面積の変化がないとすると、 $t$  [ $^{\circ}\text{C}$ ] における抵抗値は次のようになる。

$$R = ( \quad )$$

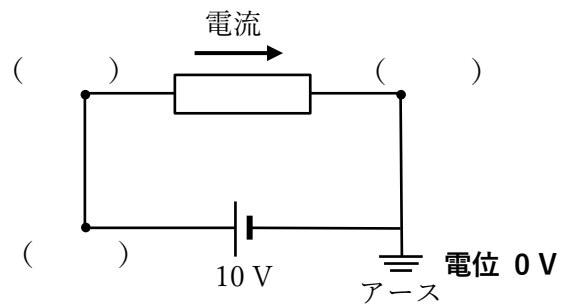
**【注意】** 問題を解くとき、指示がなければ温度による抵抗値の変化はないものとする。

**【物理】**

● 起電力と電位降下（電圧降下）

右図の ( ) に電位を記せ。

電池の電圧を ( ) , 抵抗にかかる電圧を ( ) という。



● キルヒホッフの法則

「キルヒホッフの法則」は、回路に流れる電流を求めるため用いる。右図の回路で説明しよう。

- ① 回路に流れる電流を  $I_1$  ,  $I_2$  ,  $I_3$  とする。
- ② 分岐点 a で、(流れ込む電流) = (流れ出る電流) の式を立てる。

$$( \quad )$$

※ 分岐点 b でも同じ式になる。

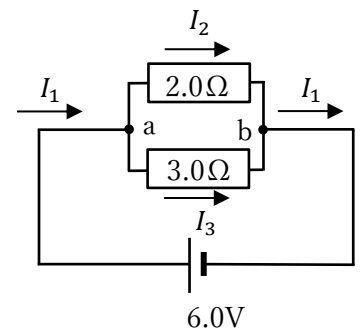
- ③ 人差し指で「電池→a→ $2.0\Omega$ →b→電池」となぞり、なぞった部分で (電池の電圧) = (抵抗にかかる電圧) の式を立てる。抵抗にかかる電圧は、オームの法則を用いる。

$$( \quad )$$

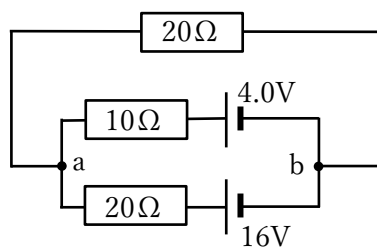
同様に、人差し指で「電池→a→ $3.0\Omega$ →b→電池」となぞり、なぞった部分で式を立てる。

$$( \quad )$$

これらの式を解くと、 $I_1 = ( \quad )$  ,  $I_2 = ( \quad )$  ,  $I_3 = ( \quad )$  となる。



問 右図の回路に流れる電流を求めよ。



- ① 回路に流れる電流は、分岐点以外で変わることはないので ( ) 種類である。その電流を  $I_1 \sim$  とおき、図中に流れる向きを矢印で描く。

【重要】実際に流れる向きと逆向きの矢印を描くと、結果が負の値で求まる。最後に答えを書くときに、「最初に仮定した向きと逆向きに〇〇A 流れる。」とすればよい。

- ② 分岐点 a に (流れ込む電流) = (流れ出る電流) の式を立てる。  
 ③ 人差し指で「4.0V→10Ω→上の 20Ω→4.0V」となぞり、なぞった部分で (電池の電圧) = (抵抗にかかる電圧の和) の式を立てる。同様に、人差し指で「16V→20Ω→上の 20Ω→16V」となぞり、なぞった部分で式を立てる。

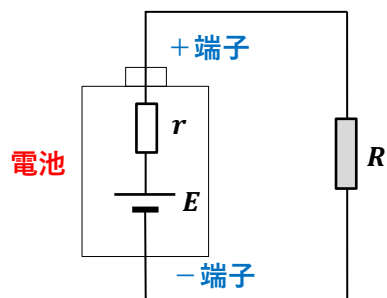
【重要】なぞった向きと逆向きの電池の電圧は負の値にする。①で書いた電流の向きとなぞる向きが逆向きのとき、そこにある抵抗の電圧は負の値にする。

### ● 電池の原理

銅板と亜鉛板を硫酸に入れると、約 1V の電圧が発生する。これをボルタの電池という。他にもいろいろな電池があるが、原理は化学分野で学習する。物理分野では扱わない。

### ● 電池の内部抵抗

右図の電池内部に発生した電圧  $E$  [V] を ( ) ,  
 電池内部にある抵抗  $r$  [Ω] を ( ) という。  
 この電池を抵抗  $R$  [Ω] につないだとき、抵抗  $R$  にかかる電圧を電池の ( ) という。

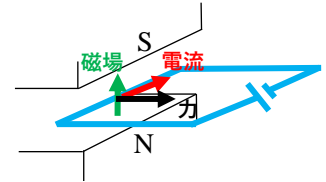


- 問  $E = 3.0 \text{ V}$  ,  $r = 1.0 \text{ Ω}$  の電池に、 $R = 1.0 \text{ Ω}$  の抵抗をつないだときの端子電圧は ( ) になる。ところが、 $R = 2.0 \text{ Ω}$  の抵抗をつなぐと端子電圧は ( ) になる。このように、電池の端子電圧は外部につなぐ抵抗の値により変化する。この変化を小さくするためには  $r$  の値が ( ) い方がよい。

【注意】問題を解くとき、指示がなければ電池の内部抵抗はないものとする。

● 電流計の原理

電流計の内部には磁石があり、その近くに導線を置き電流を流すと力を受ける。この力の強さが、電流の大きさに比例することを利用して電流の値を測定する。

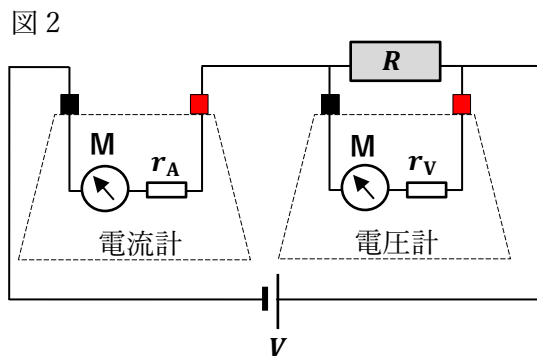
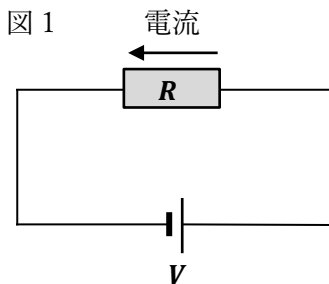


● 電圧計の原理

電圧計は、実は電流計である。どういうことかという、測定した電流に電圧計内部の抵抗値をかけると、 $(\text{抵抗}) \times (\text{電流}) = (\quad)$  となる。目盛板の表示を、電圧の値に書き換え電圧計とする。

● 電流計と電圧計の内部抵抗

図1で  $V = 1.5 \text{ V}$  ,  $R = 10 \ \Omega$  とすると、抵抗にかかる電圧は  $(\quad)$  , 抵抗を流れる電流は  $(\quad)$  となる。ところが図2のように、電流計と電圧計を用いて測定してみよう。Mはメーターで、流れる電流の値を示す。 $r_A$  は電流計の「内部抵抗」,  $r_V$  は電圧計の「内部抵抗」である。電圧計はメーターで読み取った電流に  $r_V$  をかけた値を表示する。



$r_A = 10 \ \Omega$  ,  $r_V = 10 \ \Omega$  とすると、電流計の示す値は  $(\quad)$  , 電圧計の示す値は  $(\quad)$  となり、図1の値とかなりずれてしまう。

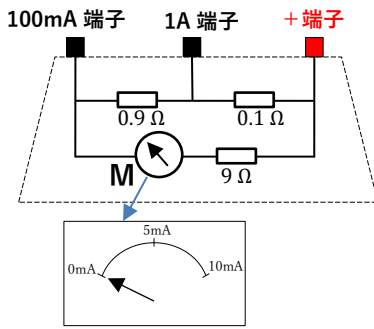
電流計や電圧計の影響を小さくするためには、電流計の内部抵抗  $r_A$  はできるだけ  $(\quad)$  い方がよい。また、電圧計の内部抵抗  $r_V$  はできるだけ  $(\quad)$  い方がよい。

$r_A = 1.0 \ \Omega$  ,  $r_V = 1000 \ \Omega$  とすると、電流計の示す値は  $(\quad)$  , 電圧計の示す値は  $(\quad)$  となる。

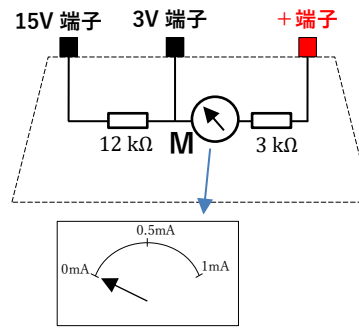
【注意】問題を解くとき、指示がなければ、電流計や電圧計の内部抵抗の影響はないものとする。

● 電流計と電圧計の測定レンジの原理

電流計



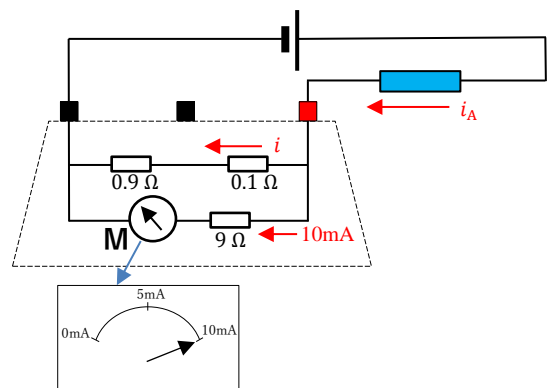
電圧計



電流計と電圧計の内部構造は上図のようにになっている。電流計のメーターMは、0mA~10mAを測定する。電圧計のメーターMは、0mA~1mAを測定する。

右図のように、「100mA 端子」で電流計のメーターMが10mAを指示しているとき、 $i = ( \quad )$ である。

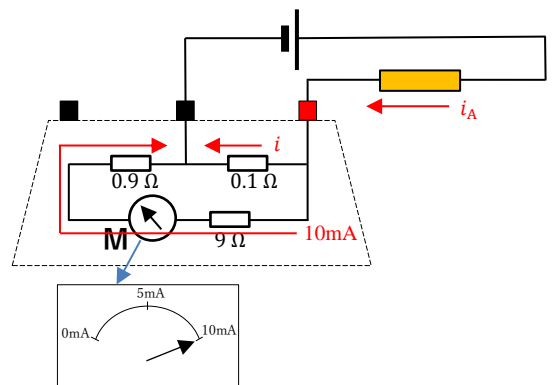
したがって、メーターの表示を  $i_A = ( \quad )$ と書き換えるとよい。



また、メーターMが5mAを指示しているときは、メーターの表示を  $i_A = ( \quad )$ と書き換えるとよい。

右図のように、「1A 端子」で電流計のメーターMが10mAを指示しているとき、 $i = ( \quad )$ である。

したがって、メーターの表示を  $i_A = ( \quad )$ と書き換えるとよい。



「100mA 端子」を使用したとき、電流計の内部抵抗は (  $\quad$  )、 「1A 端子」を使用したときの内部抵抗は (  $\quad$  ) となる。

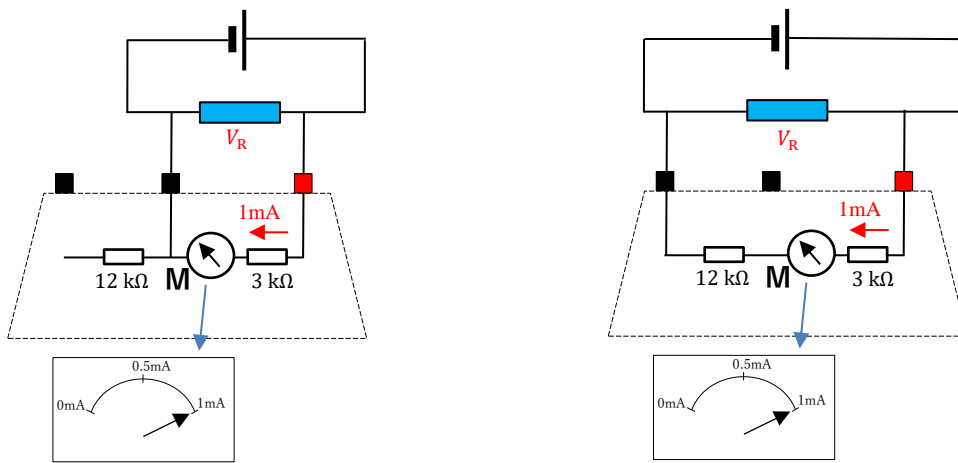
下図の左のように、「3V 端子」で電圧計のメーターMが 1mA を指示しているとき、抵抗にかかっている電圧は、 $V_R = ( \quad )$  である。

したがって、メーターの表示「1 mA」を「( )」と書き換えるとよい。

下図の右のように、「15V 端子」で電圧計のメーターMが 1mA を指示しているとき、抵抗にかかっている電圧は、 $V_R = ( \quad )$  である。

したがって、メーターの表示「1 mA」を「( )」と書き換えるとよい。

「3V 端子」を使用したとき、電圧計の内部抵抗は ( )、「15V 端子」を使用したときの内部抵抗は ( ) となる。



● 導線（配線）が切れていないのに電流が流れない場所のある回路

図1の ( ) に電位を記せ。

図2のように、電位の等しい A, B を導線でつないだとき、AB 間に電流は流れない。

一般に、図3のような回路があるとき、 $R_1 : R_2 = ( \quad ) : ( \quad )$  のとき、AB 間に電流が流れない。

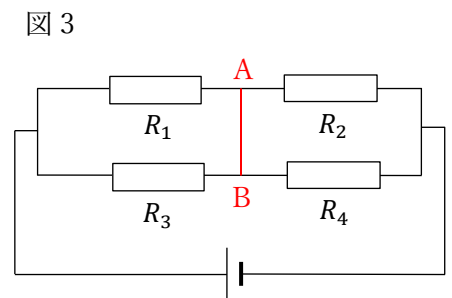
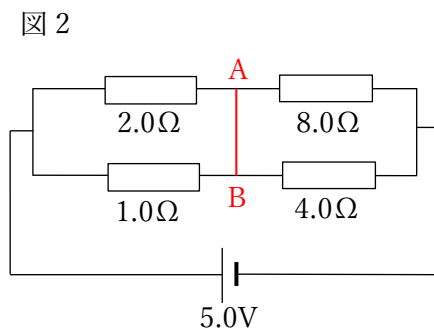
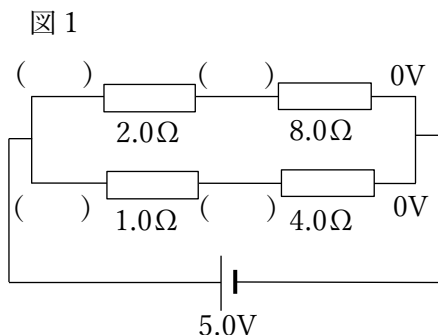


図4のように、一様（材質と断面積が変わらない）な長さ 1.0m の抵抗線 PQ を用いて回路を組み、接点 A を移動すると、

$l_1 = ( \quad )$  ,  $l_2 = ( \quad )$  で AB 間に電流が流れない。

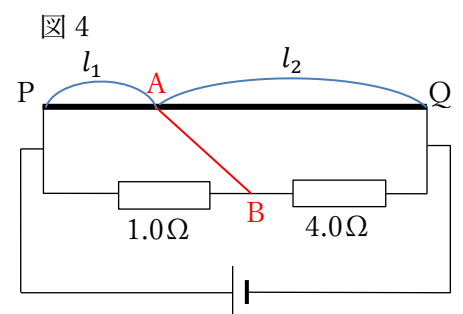


図4で、**AB**間に電流が流れない状態から、接点**A**を少しP側にずらすと、（    から    ）に電流が流れる。Q側にずらしたときは逆方向に電流が流れる。

一様な長さ1.0mの抵抗線PQに5.0Vの電池をつなぐ。このとき、図の青字のような電位になる。いま、2.0Vの電池をPQの2点に接続すると、2.0Vの電池に電流が流れない場合がある。接続の例を示せ。

