

1 次の文を読み、空欄 1～10 に適切な語句・式を入れよ。

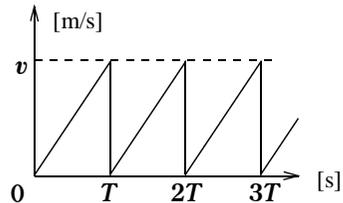
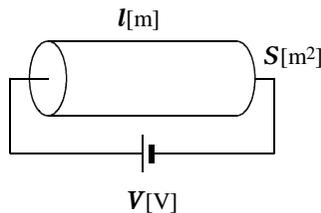
断面積  $S$  [m<sup>2</sup>] の太さが一様な抵抗中を一定の電流が流れている。この抵抗中を  $\Delta t$  [s] 間に  $\Delta q$  [C] の電気が流れた場合、電流の強さは ( 1 ) [A] となる。電気素量を  $e$  [C]、電子の速さを  $v$  [m/s]、電子の単位体積当たりの個数を  $n$  [1/m<sup>3</sup>] とすると、 $\Delta t$  [s] 間に流れる電気量は ( 2 ) [C] となるので、このときの電流の強さ  $I$  は ( 3 ) [A] と求まる。

この導線に  $V$  [V] の電圧をかける。抵抗の長さを  $l$  [m] とすると、抵抗内の電場は ( 4 ) となるので、抵抗内の電子が受ける力の大きさは ( 5 ) と求まる。この力を受けて電子は加速するが、原子などと衝突するために電子の速さに比例する抵抗力 (比例定数を  $k$ ) を受ける。電子の速さが  $v$  [m/s] のときに受ける大きさ ( 6 ) の抵抗力と電場から受ける力がつりあうと一定の速さ ( 7 ) となる。( 7 ) と ( 3 ) から  $n$ 、 $e$ 、 $S$ 、 $l$ 、 $k$  を用いて  $V =$  ( 8 )  $\times I$  となる。( 8 ) を電気抵抗という。

電子は電場から力を受けて進んで行くが、この力が  $\Delta t$  [s] 間に抵抗内に含まれる全ての電子にした仕事は  $e$ 、 $n$ 、 $S$ 、 $V$ 、 $v$ 、 $\Delta t$  を用いて ( 9 ) [J] となる。また、 $I$ 、 $V$ 、 $\Delta t$  を用いて表すと ( 9 ) = ( 10 ) となる。これが抵抗で発生するジュール熱となる。

2 次の文章を読み、各問いに答えよ。

図のような断面積  $S$  [m<sup>2</sup>]、長さ  $l$  [m] の太さが一様な電気抵抗に電圧  $V$  [V] をかけ、一定の電流を流している。この電気抵抗内を運動している  $-e$  [C]、質量  $m$  [kg] の電子 (単位体積当たりの個数を  $n$  [1/m<sup>3</sup>]) は電場から力を受け加速している。加速した電子は速さが  $v$  [m/s] になって抵抗内の原子に衝突し静止し、再び電場によって加速されるが原子との衝突で静止する。この運動を繰り返しながら電子は進んでいく。グラフはこのときの電子の運動を縦軸を速さ、横軸を時間にして表したものである。ただし、原子間の距離は一定で、電子は原子以外との衝突は考えないものとする。



- (1) 抵抗内での電場の強さと向きを求めよ。
- (2) 電子が電場から受ける力の大きさと向きを求めよ。
- (3) 原子に衝突するまでに電子に生じている加速度を求めよ。
- (4) グラフ中の  $v$  の値を  $T$  等を用いて表せ。

電子が導線内を進む平均の速さを  $\frac{v}{2}$  とする

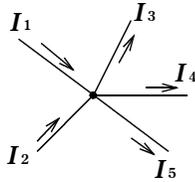
- (5) 抵抗を流れる電流の強さを  $e$ 、 $n$ 、 $S$ 、 $v$  を用いて表せ。
- (6) 電気抵抗を  $e$ 、 $n$ 、 $S$ 、 $T$ 、 $l$ 、 $m$  を用いて表せ。

3 次の文章を読み、各問いに答えよ。

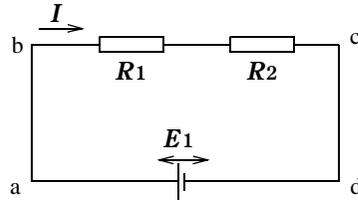
(図1) は電気回路の一部分で接合点に  $I_1 \sim I_5$  の電流が流れている。

(図2) は抵抗  $R_1$ ,  $R_2$  と電池  $E_1$  をつないだ電気回路で、 $R_1$ ,  $R_2$  に  $I$  の電流が流れた。

- (1)  $I_1 \sim I_5$  について成り立つ関係式を求めよ。
- (2)  $R_1$ ,  $R_2$  にかかる電圧を求めよ。
- (3) 閉回路 abcd について、キルヒホッフの第2法則を立てよ。



(図1)

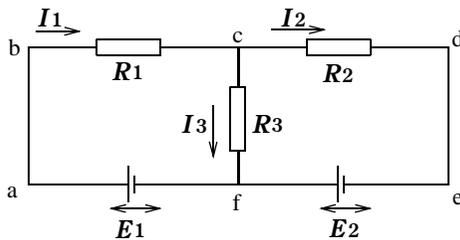


(図2)

4 次の文章を読み、各問いに答えよ。

図のように、抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  と電池  $E_1$ ,  $E_2$  をつないだ。ただし、 $R_1=1.0[\Omega]$ ,  $R_2=3.0[\Omega]$ ,  $R_3=2.0[\Omega]$ ,  $E_1=11[V]$ ,  $E_2=22[V]$  とする。いま、抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  に流れる電流を図の向きにそれぞれ  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  とする。

- (1) 閉回路 abcf について、キルヒホッフの第2法則を立てよ。
- (2) 閉回路 fcde について、キルヒホッフの第2法則を立てよ。
- (3)  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  を求めよ。
- (4)  $R_1$  の値を変えて、 $R_3$  に流れる電流を  $0$  にしたい。 $R_1$  をいくらにすればよいか。

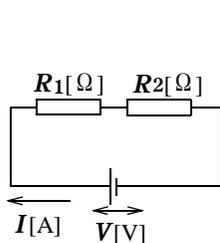


5 次の文章を読み、空欄①～⑩に適切な語句・式を入れよ。

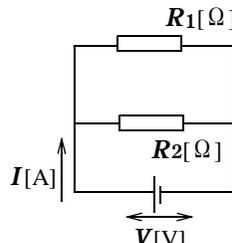
$R_1$ ,  $R_2[\Omega]$  の2つの電気抵抗1, 2と起電力  $V[V]$  を用いて、(図1) と (図2) の2つの回路を作った。

(図1) で、回路に流れる電流を  $I[A]$  とすると、抵抗1, 2にかかる電圧はそれぞれ ( ① ), ( ② )  $[V]$  となるので、 $V=( ③ )$  となる。これより、合成抵抗は ( ④ ) と分かる。また、このようなつなぎ方を ( ⑤ ) という。

(図2) で、電気抵抗1, 2に流れる電流はそれぞれ ( ⑥ ), ( ⑦ )  $[A]$  となるので、電池に流れる電流  $I[A]$  は、 $I=( ⑧ )$  となる。これより、合成抵抗は ( ⑨ ) と分かる。また、このようなつなぎ方を ( ⑩ ) という。

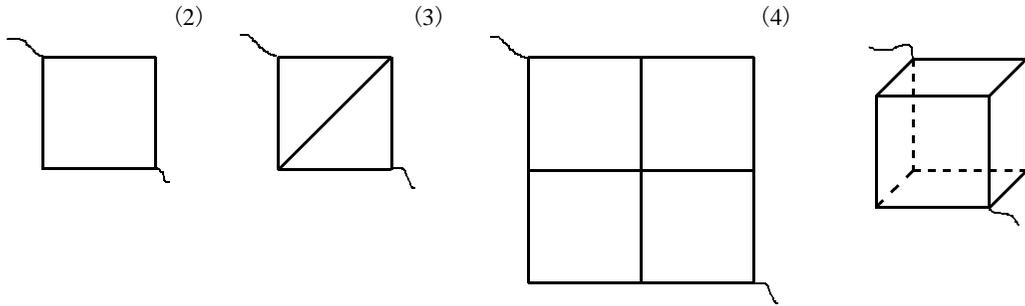


(図1)



(図2)

6 次の回路での合成抵抗を求めよ。ただし、太線部分が電気抵抗，細線部分が抵抗が無視できる導線を表し、1辺の抵抗値は全て  $R[\Omega]$  である。(1)

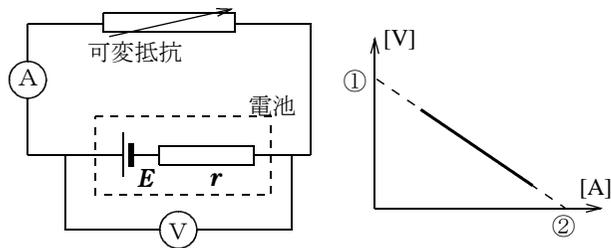


7 次の文章を読み、各問いに答えよ。

起電力  $E[V]$  の電池には内部抵抗 ( $r[\Omega]$ ) があり、電流が流れるとこの抵抗にも電圧がかかるので電池の電圧は起電力とは一致しないことがある。図のように、電流計と電圧計を用いて電池の電圧 (端子電圧)  $V[V]$  と流れる電流  $I[A]$  の関係を調べたところ、表のようになった。ただし、電圧計の内部抵抗は  $r$  に比べて十分大きく流れる電流はないものとして考えてよいものとする。

(1) 電流計に流れる電流が  $I[A]$  のとき、端子電圧を求めよ。

(2) 表中の①、②を求めよ。



8 各問いに答えよ。

(1) 最大で  $V[V]$  の電圧を測ることができる内部抵抗  $R_v[\Omega]$  の電圧計がある。この電圧計を用いて  $n$  倍の電圧  $nV[V]$  を測りたい。何  $[\Omega]$  の電気抵抗を電圧計にどのようにつなげばよいか。

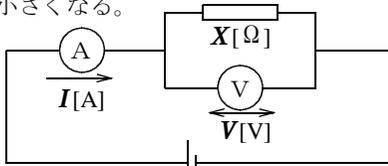
(2) 最大で  $I[A]$  の電流を測ることができる内部抵抗  $R_A[\Omega]$  の電圧計がある。この電圧計を用いて  $n$  倍の電流  $nI[A]$  を測りたい。何  $[\Omega]$  の電気抵抗を電圧計にどのようにつなげばよいか。

9 次の文章を読み、空欄に適切な式を入れよ。

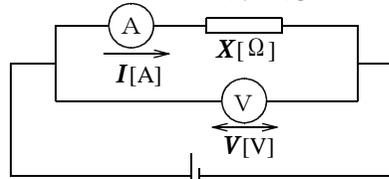
電流計と電圧計を使って電気抵抗の値  $X[\Omega]$  を求めていく。このとき、(図1)と(図2)の2通りの回路が考えられる。ただし、電流計と電圧計には内部抵抗があり、それぞれ  $r_A[\Omega]$ 、 $r_V[\Omega]$  とする。また、それぞれの回路で、電流計で測定した電流を  $I[A]$ 、電圧計で測定した電圧を  $V[V]$  とする。

(図1)について、電圧計に流れる電流は  $V$ 、 $r_V$  を使って ( ① )  $[A]$  となり、また、電気抵抗に流れる電流は  $V$ 、 $X$  を使って ( ② )  $[V]$  となるので、 $I =$  ( ③ )  $[A]$  と求まる。また、オームの法則から考えて、電気抵抗の測定値  $R$  は  $V \div I$  で与えられるので  $X$ 、 $r_V$  を使って ( ④ )  $[\Omega]$  となる。ここで求めた測定値  $R$  と真の値  $X$  との誤差率は  $|R - X| \div X =$  ( ⑤ ) となる。これより、この測定方法が正確な値を与えないことが分かる。この場合は  $X$  が  $r_V$  に比べて十分 (⑥:大きい, 小さい) ほど誤差が小さくなる。

(図2)について、電流計にかかる電圧は  $I$ 、 $r_A$  を使って ( ⑦ )  $[V]$  となり、また、電気抵抗にかかる電圧は  $I$ 、 $X$  を使って ( ⑧ ) となるので、 $V =$  ( ⑨ ) と求まる。同様に電気抵抗の測定値  $R'$  を求めると ( ⑩ ) となる。したがって、誤差率は  $|R' - X| \div X =$  ( ⑪ ) となる。これより、この測定方法もまた、正確な値を与えないことが分かる。この場合は  $X$  が  $r_A$  に比べて十分 (⑫:大きい, 小さい) ほど誤差が小さくなる。



(図1)



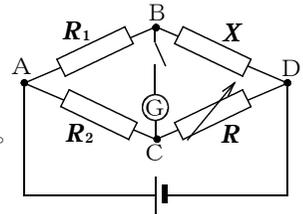
(図2)

10 次の文章を読み、各問いに答えよ。

既知抵抗  $R_1[\Omega]$ 、 $R_2[\Omega]$ 、未知抵抗  $X[\Omega]$ 、可変抵抗  $R[\Omega]$ 、検流計と電源を用いて図のような回路を作った。ただし、電源の電圧を  $V[V]$ 、点Dでの電位を  $0[V]$  とする。

始めスイッチは開いたままである。

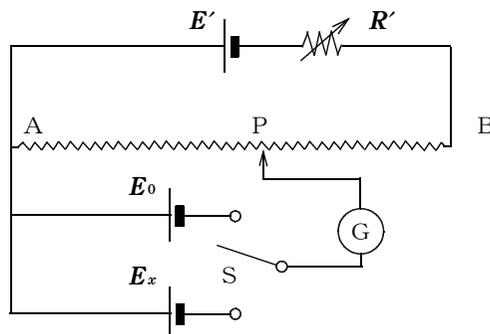
- (1) 点Bでの電位を求めよ。
- (2) 点Cでの電位を求めよ。
- (3) スイッチを閉じて検流計に電流は流れなかった。未知抵抗の値を求めよ。



11 次の文章を読み、各問いに答えよ。

太さが一様で長さ  $L$ 、抵抗値  $R$  の抵抗線 AB、電池、および、検流計を用いて図のような回路を作った。起電力  $E'$  の電池と可変抵抗  $R'$  はそれぞれ値を調整することができ、ABに一定の電流  $I$  が流れるようにしてある。スイッチSを既知起電力  $E_0$  側につないだとき、検流計の先に付いた針を  $AP = l_0$  となるような位置にすると検流計に電流が流れなくなった。未知起電力  $E_x$  側につないだとき、針を  $AP = l_x$  となるような位置にすると検流計に電流が流れなくなった。

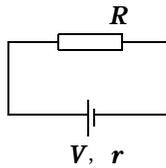
- (1) Sを既知起電力  $E_0$  側につないだとき、 $I$ 、 $E_0$ 、 $l_0$ 、 $L$ 、 $R$  の間に成り立つ関係式を求めなさい。
- (2) Sを未知起電力  $E_x$  側につないだとき、 $I$ 、 $E_x$ 、 $l_x$ 、 $L$ 、 $R$  の間に成り立つ関係式を求めなさい。
- (3)  $E_x$  を  $E_0$ 、 $l_0$ 、 $l_x$  を用いて表しなさい。



## 12 次の文章を読み、各問いに答えよ。

起電力  $V$  [V]、内部抵抗  $r$  [ $\Omega$ ] の電池と  $R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗を用いて図のような回路を作った。

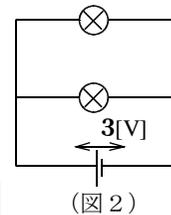
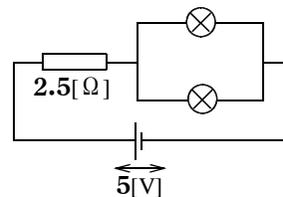
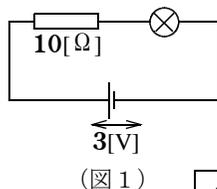
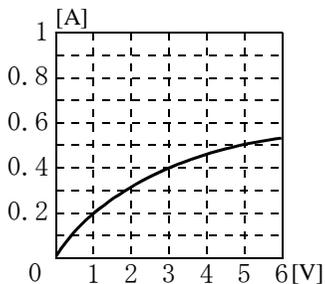
- (1) 抵抗に流れる電流を求めよ。
- (2) 抵抗  $R$  で消費する電力を求めよ。
- (3) 抵抗  $R$  の値を変化させていくと、 $R$  がいくらで電力が最大となるか。また、そのときの電力も求めよ。



## 13 次の文章を読み、各問いに答えよ。

下のグラフは、豆電球にかけた電圧を流れる電流の関係を示している。以下で扱う豆電球はいずれも同じ性質を持っているものとする。

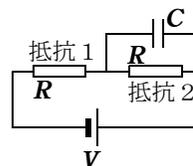
- (1) 豆電球に  $5$  [V] をかけたときに流れる電流を求めよ。また、このときの電気抵抗を求めよ。
- (2) (図1) で、豆電球に流れる電流を  $I$  [A]、かかる電圧を  $V$  [V] とし、 $I$  を  $V$  を用いて表せ。
- (3) (図1) で、豆電球に流れる電流とかかる電圧を求めよ。また、このときの電気抵抗を求めよ。
- (4) (図2) で、電池に流れる電流を求めよ。また、このときの豆電球の電気抵抗を求めよ。
- (5) (図3) で、豆電球に流れる電流を  $I$  [A]、かかる電圧を  $V$  [V] とし、 $I$  を  $V$  を用いて表せ。
- (6) (図3) で、豆電球に流れる電流とかかる電圧を求めよ。また、このときの電気抵抗を求めよ。



(図3)

## 14 次の文書を読み、空欄①～⑤に適切な語句を入れよ。

$R$  [ $\Omega$ ] の抵抗2つ、電気容量  $C$  [F] のコンデンサーと起電力  $V$  [V] の電池を用いて図のような回路を作った。スイッチをつないだ瞬間に抵抗1に流れる電流は ( ① ) [A]、抵抗2に流れる電流は ( ② ) [A] である。十分時間が経過すると、抵抗1に流れる電流は ( ③ ) [A]、抵抗2に流れる電流は ( ④ ) [A] となる。また、このとき、コンデンサーに蓄えられている電気量は ( ⑤ ) [C] である。



## 【チャレンジ問題】

15 次の文章を読み、各問いに答えよ。

電圧計には内部にあるメーター部に電流が流れるとその強さに比例して針が振れるようになっている。図の内部抵抗  $r$  の大きさを  $49[\Omega]$  とし、メーター部の抵抗は無視できるものとする。この電圧計は、メーター部に  $1[\text{mA}]$  の電流が流れたときに最大の目盛りを示すように針が振れる仕組みになっている。例えば、 $3\text{V}$  端子を用いて抵抗を測定したとき、電圧計で  $3[\text{V}]$  の電圧を測定したときには、メーター部に  $1[\text{mA}]$  の電流が流れていることになる。

- (1) 抵抗  $R_1$  を求めよ。
- (2) 抵抗  $R_2$  を求めよ。
- (3) 抵抗  $R_3$  を求めよ。

