

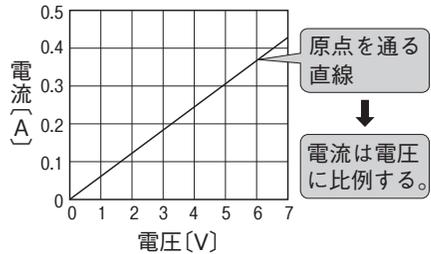
⑥ オームの法則



① 電圧と電流の関係

- (1) オームの法則 電熱線を通る電流は、電熱線に加わる電圧に比例するという関係。
- (2) 電気抵抗(抵抗) 電流の流れにくさを表す量。
- ① 抵抗の単位 Ω , $k\Omega$ を使う。 $1k\Omega = 1000\Omega$
- ② 抵抗の記号 抵抗の大きさは R で表す。
- ③ $1V$ の電圧を加えたとき、 $1A$ の電流が流れる抵抗の大きさが 1Ω である。 V の電圧を加えて I の電流が流れたときの抵抗 R は右ようになる。

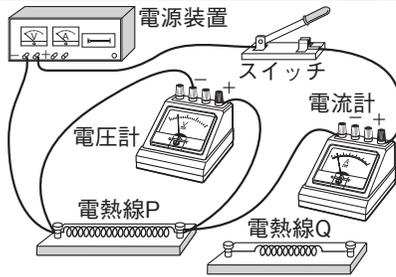
▼ 1 電圧と電流の関係



$$\text{抵抗}[\Omega] = \frac{\text{電圧}[V]}{\text{電流}[A]} \quad R = \frac{V}{I}$$

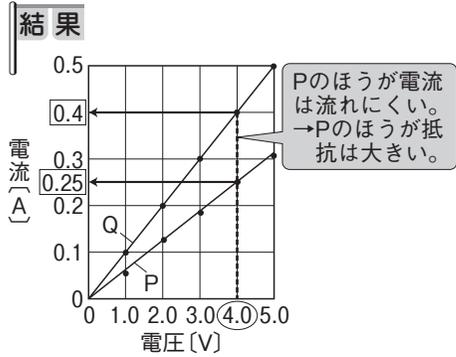
●重要実験● 電圧と電流の関係を調べる実験

- 右図のような回路で、電熱線P、Qの両端に加える電圧を変えたときの電熱線に流れる電流をはかる。



結果		電圧 [V]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
電流 [A]	電熱線 P	0.06	0.13	0.18	0.25	0.31	
	電熱線 Q	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	

★電源装置 電圧を自由に変えることができる装置。



抵抗	電熱線 P	電熱線 Q
	$\frac{4.0V}{0.25A} = 16\Omega$	$\frac{4.0V}{0.40A} = 10\Omega$

② 抵抗と電流・電圧

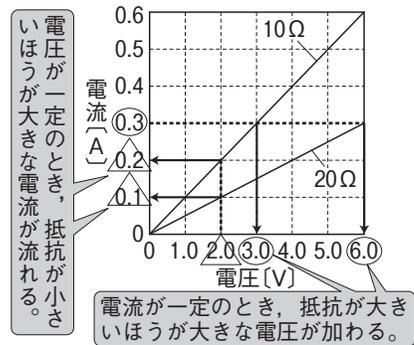
- (1) 抵抗と電流の関係 電圧が一定のとき、抵抗の大きさが小さいほど流れる電流は大きくなる。
- 電流の大きさは、抵抗の大きさに反比例する。

$$\text{電流}[A] = \frac{\text{電圧}[V]}{\text{抵抗}[\Omega]} \quad I = \frac{V}{R}$$

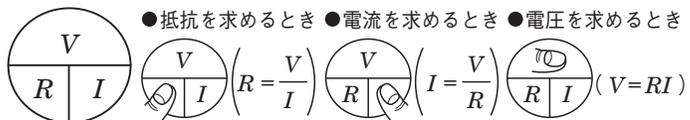
- (2) 抵抗と電圧の関係 電流が一定のとき、抵抗の大きさが大きいほど加わる電圧は大きくなる。
- 電圧の大きさは抵抗の大きさに比例する。

$$\text{電圧}[V] = \text{抵抗}[\Omega] \times \text{電流}[A] \quad V = RI$$

▼ 2 抵抗と電圧・電流



★オームの法則の覚え方 右図をかく。
求めたいものをかくすと、その値を求める式がわかる。



③ 直列・並列回路とオームの法則

(1) 直列回路とオームの法則

直列回路全体の抵抗の大きさは、それぞれの抵抗の大きさの和に等しい。

○抵抗が R_1 と R_2 の電熱線を直列につないだ場合、全体の抵抗を R とすると、 $R = R_1 + R_2$ が成り立つ。

(2) 直列回路での抵抗と電圧の関係 直列回路では、各電熱線に流れる電流の大きさは等しいので、各電熱線に加わる電圧の比は、抵抗の比に等しい。

$$V_1 = R_1 I, \quad V_2 = R_2 I \rightarrow V_1 : V_2 = R_1 I : R_2 I = R_1 : R_2$$

例 10Ωの電熱線Pと20Ωの電熱線Qを直列につないで60Vの電圧を加えたとき、 $R_P : R_Q = 1 : 2$ より、 $V_P : V_Q = 1 : 2 = 20V : 40V$

(3) 並列回路とオームの法則

並列回路全体の抵抗の大きさは、それぞれの抵抗の大きさよりも小さい。

○抵抗が R_1 と R_2 の電熱線を並列につないだ場合、全体の抵抗 R との間に、 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ が成り立つ。

(4) 並列回路での抵抗と電流の関係 並列回路では、各電熱線に加わる電圧は等しいので、各電熱線を流れる電流の比は、抵抗の逆数の比に等しい。

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \rightarrow I_1 : I_2 = \frac{V}{R_1} : \frac{V}{R_2} = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} = R_2 : R_1$$

例 10Ωの電熱線Pと20Ωの電熱線Qを並列につないで回路全体に600mAの電流を流したとき、 $R_P : R_Q = 1 : 2$ より、 $I_P : I_Q = 2 : 1 = 400\text{mA} : 200\text{mA}$

④ 物質の種類と抵抗

(1) 導体 抵抗が小さく、電流を通しやすい物質。

○電熱線にはニクロム線が使われている。

(2) 不導体(絶縁体) 抵抗

が非常に大きく、電流を通しにくい物質。

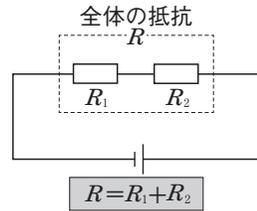
★半導体 抵抗の大きさが導体と不導体の中間程度の物質。シリコンやゲルマニウムなど。さまざまな電気器具に使われている。

金属線の長さ・断面積と抵抗 ふつう、金属の種類が同じであれば、金属線の抵抗の大きさは長さに比例し、断面積に反比例する。

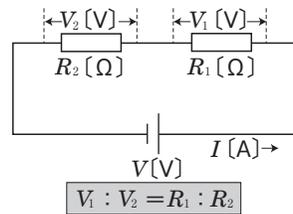
$$R[\Omega] = k \times \frac{L[\text{m}]}{S[\text{mm}^2]}$$

(R : 抵抗の大きさ
 L : 金属線の長さ
 S : 金属線の断面積
 k : 比例定数(金属により異なる。))

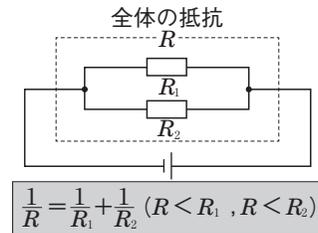
▼ 3 直列回路の全体の抵抗



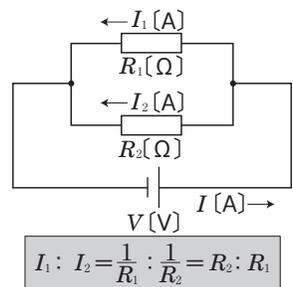
▼ 4 直列回路の各抵抗と電圧の関係



▼ 5 並列回路の全体の抵抗



▼ 6 並列回路の各抵抗と電流の関係



▼ 7 物質の抵抗(長さ1m, 断面積1mm², 室温)

	物質	抵抗[Ω]
導体	銀	0.016
	銅	0.017
	鉄	0.10
	アルミニウム	0.027
	タングステン	0.054
	ニクロム	1.10
不導体	ガラス	$10^{15} \sim 10^{17}$
	ゴム	$10^{16} \sim 10^{21}$
	ポリエチレン	10^{20} 以上

●●●●● **基本問題** ●●●●●

① 電圧と電流の関係 □(1) 次の文の空欄にあてはまることばは何か。
 電熱線を通れる電流の大きさは、電熱線に加わる電圧の大きさに()する。
 この関係を()の法則という。

□(2) 電流の流れにくさを表す量を何というか。()

□(3) 1 Vの電圧を加えると、1 Aの電流が流れるときの抵抗の大きさを何Ωと定めているか。()

□(4) 右の式の空欄にあてはまることばは何か。 抵抗[Ω] = $\frac{(\quad)[V]}{(\quad)[A]}$

□(5) ある電熱線に10Vの電圧を加えたところ、4 Aの電流が流れた。この電熱線の抵抗は何Ωか。()

② 抵抗と電流・電圧 (1) 抵抗 R [Ω]の電熱線に V [V]の電圧を加えると、 I [A]の電流が流れた。このとき、次の①、②を求める式はそれぞれどのように表されるか。

□① $V = (\quad)$ □② $I = (\quad)$

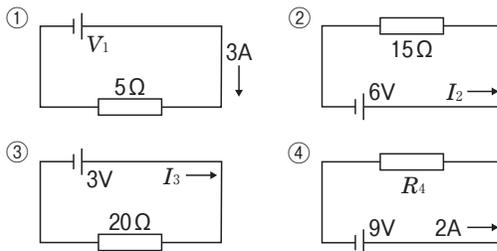
(2) 右の①～④の回路で、電圧 V 、電流 I 、抵抗 R をそれぞれ求めなさい。

□① 電圧 V_1 [V] ()

□② 電流 I_2 [A] ()

□③ 電流 I_3 [mA] ()

□④ 抵抗 R_4 [Ω] ()



③ 直列・並列回路とオームの法則 □(1) 図1で、各電熱線の抵抗の大きさを R_1 、 R_2 とすると、回路全体の抵抗 R はどのように表されるか。

$R = (\quad)$

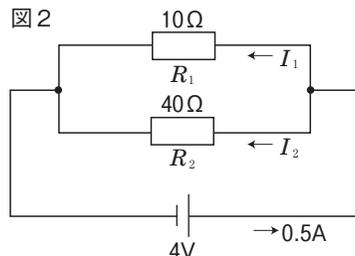
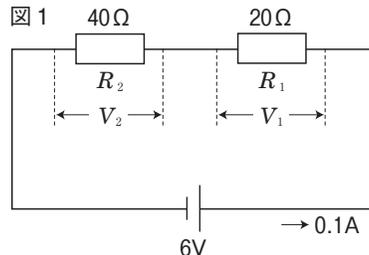
□(2) 図1で、回路全体の抵抗は何Ωか。()

□(3) 図1で、 V_1 、 V_2 の比をもっとも簡単な整数の比で表しなさい。 $V_1 : V_2 = (\quad)$

□(4) 図2で、各電熱線の抵抗の大きさを R_1 、 R_2 、回路全体の抵抗を R とすると、下の式の空欄にあてはまる記号は何か。 $\frac{1}{R} (\quad) \frac{1}{R_1} (\quad) \frac{1}{R_2}$

□(5) 図2で、回路全体の抵抗は何Ωか。()

□(6) 図2で、 I_1 、 I_2 の比をもっとも簡単な整数の比で表しなさい。 $I_1 : I_2 = (\quad)$



④ 物質の種類と抵抗 □(1) 抵抗が小さく、電流を通しやすい物質を何というか。()

□(2) 抵抗が非常に大きく、電流を通しにくい物質を何というか。()

●●●●● ●●●●●

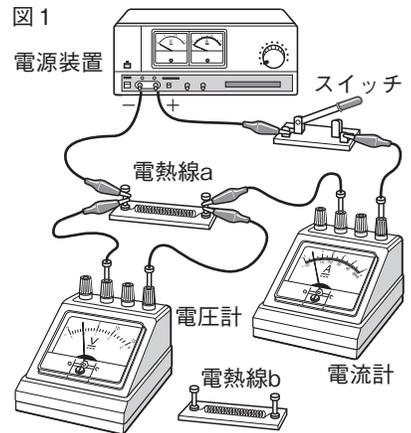
練習問題

1 電圧と電流の関係 次の実験について、あとの問いに答えなさい。

〔実験1〕 図1のような回路をつくり、電源装置の電圧を3.0V、6.0V、9.0Vと変えたときに、電熱線aに加わる電圧の大きさと流れる電流の大きさを測定し、その結果を表にまとめた。

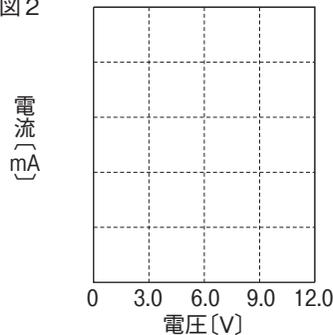
〔実験2〕 電熱線aを電熱線bにかえて、実験1と同様に、電熱線bに加わる電圧の大きさと流れる電流の大きさを測定し、その結果を表にまとめた。

電圧[V]		0	3.0	6.0	9.0
電流 [mA]	電熱線a	0	150	300	450
	電熱線b	0	50	100	150



- (1) 表をもとに、電熱線a、bに加わる電圧と流れる電流との関係を表すグラフを、縦軸の目盛りに適当な数値を書いて、それぞれ図2にかきなさい。
- (2) (1)のグラフから、電熱線に加わる電圧と流れる電流の間にはどのような関係があるか。
- (3) 電熱線aの抵抗は何Ωか。

図2



1の答え

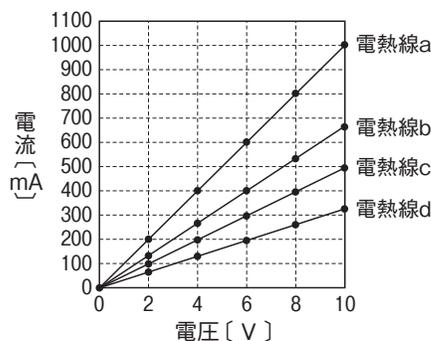
- (1) 図2にかく。
- (2)
- (3)

2 抵抗と電流・電圧 4つ

の電熱線a～dのそれぞれについて、電熱線に加える電圧の大きさを0Vから10Vまで、2Vずつ上げていったときの、電熱線に流れる電流の大きさを測定した。

図は、その結果をグラフに表したものである。次の問いに、それぞれ記号で答えなさい。

- (1) 電熱線a～dのうち、同じ大きさの電圧を加えたとき、電流がもっとも流れにくいのはどれか。
- (2) 電熱線a～dのうち、抵抗がもっとも小さいのはどれか。
- (3) 電熱線a～dのうち、同じ大きさの電流を流したとき、もっとも大きい電圧が加わるのはどれか。

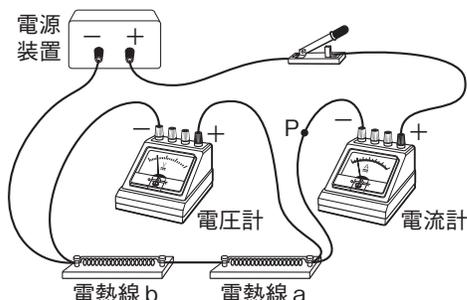


2の答え

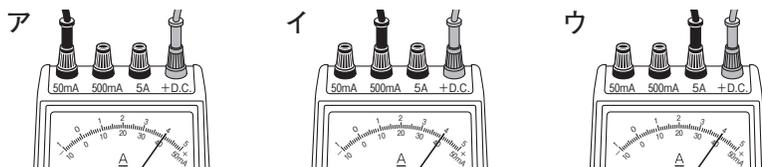
- (1)
- (2)
- (3)

2章 電流とその利用

3 直列回路とオームの法則 ていこう 抵抗が 15Ω の電熱線 a と、 25Ω の電熱線 b を直列につなぎ、図のような回路をつくった。電源装置のスイッチを入れたところ、P 点に 0.4A の電流が流れた。次の問いに答えなさい。



- (1) P 点に 0.4A の電流が流れているときの電流計のようすを正しく表したものとして、もっとも適切なものを次のア～ウから選び、記号で答えなさい。

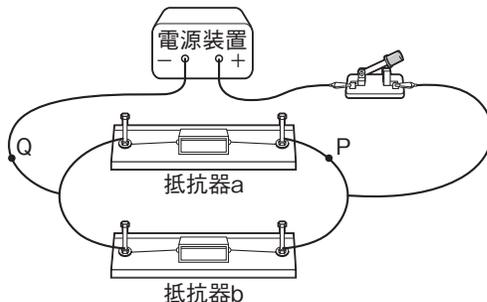


- (2) 回路全体の抵抗は何 Ω か。
 (3) 電源装置の電圧は何Vか。
 (4) 電熱線 a, b に加わる電圧はそれぞれ何Vか。
 (5) 電熱線 b を 15Ω の電熱線 c にかえて同様の回路をつくり、電源装置の電圧は図のときと同じにしてスイッチを入れた。このとき、電熱線 a に加わる電圧は、図のときと比べてどうなるか。もっとも適切なものを、次のア～ウから選び、記号で答えなさい。
 ア 大きくなる。 イ 小さくなる。 ウ 変化しない。

3の答え

- (1)
 (2)
 (3)
 (4) a
 b
 (5)

4 へいれつ 並列回路とオームの法則 抵抗が 20Ω の抵抗器 a と 60Ω の抵抗器 b を並列につなぎ、図のような回路をつくった。電源装置の電圧を 9V にして回路全体に電圧を加えた。次の問いに答えなさい。

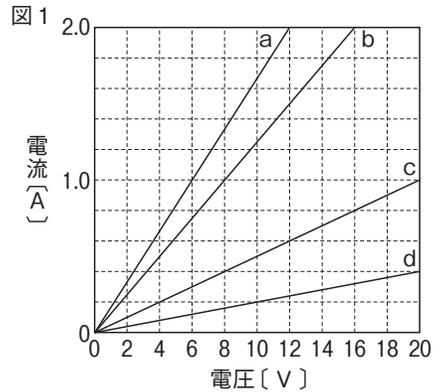


- (1) P 点を流れる電流は何Aか。
 (2) 抵抗器 a, b の抵抗をそれぞれ R_a, R_b , 回路全体の抵抗を R とするとき、 R_a, R_b, R の間にはどのような関係があるか。もっとも適切なものを、次のア～エから選び、記号で答えなさい。
 ア $R_a + R_b = R$ イ $R_b - R_a = R$
 ウ $R_a > R, R_b > R$ エ $R_a > R, R_b < R$
 (3) 回路全体の抵抗は何 Ω か。
 (4) 抵抗器 b を抵抗が大きいものにかえて同様の実験を行うと、P 点、Q 点を流れる電流の大きさは、図のときと比べてそれぞれどのように変化するか。

4の答え

- (1)
 (2)
 (3)
 (4) P 点
 Q 点

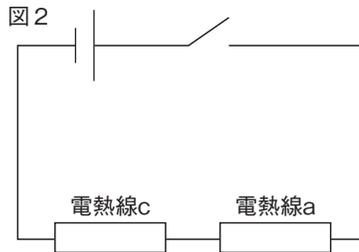
5 直列・並列回路とオームの法則 4つの電熱線 a ~ d について、電熱線に加える電圧を変えて流れる電流の大きさを測定した。図1は、その結果をグラフに表したものである。次の問いに答えなさい。



- (1) 抵抗について述べた次の文の()の①, ②にあてはまることばを, ア, イからそれぞれ選び, 記号で答えなさい。

抵抗の値が大きいほど, 電流は流れ①(ア や すく イ にくく)なり, 図のグラフの傾きは ②(ア 大きく イ 小さく)なる。

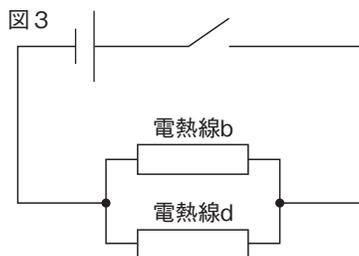
- (2) 電熱線 a の抵抗は何Ωか。
 (3) 電熱線 b に4.0Vの電圧を加えたとき, 流れる電流は何Aか。
 (4) 電熱線 c に2.4Aの電流を流したいとき, 何Vの電圧を加えればよいか。
 (5) 図2のように, 電熱線 a と電熱線 c を直列につないだ回路をつくった。



- ① この回路全体に1.5Aの電流を流したいとき, 電源装置の電圧は何Vにすればよいか。
 ② 図2と同様に電熱線 a ~ d から2つ選んで直列回路をつくる時, 回路全体の抵抗がもっとも大きくなる組み合わせを, 次のア~エから選び, 記号で答えなさい。

- ア 電熱線 a と電熱線 b イ 電熱線 a と電熱線 c
 ウ 電熱線 b と電熱線 d エ 電熱線 c と電熱線 d

- (6) 図3のように, 電熱線 b と電熱線 d を並列につないだ回路をつくった。



- ① 電源装置の電圧を12.0Vにしたとき, 回路全体に流れる電流は何Aか。
 ② 次のア~エのように, 電熱線 a ~ d から2つ選び, 図3と同様に並列につないだ回路をつくった。回路全体の抵抗が小さいものから大きいものへ, ア~エを並べなさい。

- ア 電熱線 a と電熱線 b イ 電熱線 b と電熱線 c
 ウ 電熱線 a と電熱線 c エ 電熱線 c と電熱線 d

5の答え

- (1) ①
 ②
 (2)
 (3)
 (4)
 (5) ①
 ②
 (6) ①
 ②

6 回路とオームの法則の利用 ていこう 抵抗

の大きさが等しい電熱線P, Qを使って, 図1のような回路をつくった。電源装置の電圧を変えたときの, 電流計と電圧計が示す値を読みとり, その関係を図2のグラフに表した。

次の問いに答えなさい。

図1

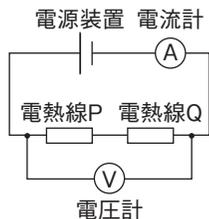
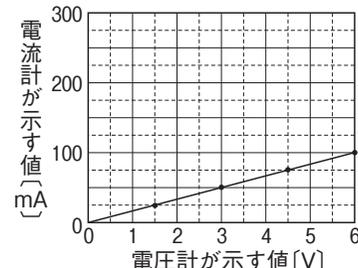


図2



- (1) 図1の回路全体の抵抗は何Ωか。
- (2) 電熱線Pの抵抗は何Ωか。
- (3) 図1と同じ電熱線P, Qを使って, 図3のような回路をつくった。図3の回路全体の抵抗は何Ωか。
- (4) 電熱線P, Qと抵抗の大きさが等しい電熱線Rを使って, 図4のような回路をつくり, 電源装置の電圧を調節すると, 電流計は0.15Aを示した。

図3

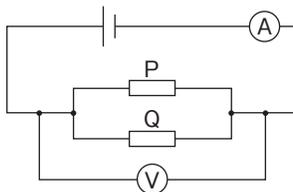


図4

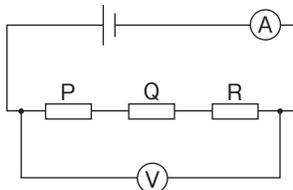
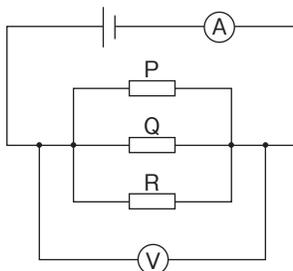


図5



- ① 電熱線Pに加わる電圧は何Vか。
 - ② 図4の電圧計は何Vを示すか。
 - ③ 図4の回路全体の抵抗は何Ωか。
- (5) 図4と同じ電熱線P~Rを使って, 図5のような回路をつくり, 電源装置の電圧を調節すると, 電圧計は3Vを示した。
 - ① 電熱線Pに流れる電流は何Aか。
 - ② 図5の電流計は何Aを示すか。
 - ③ 図5の回路全体の抵抗は何Ωか。

6の答え

- (1)
- (2)
- (3)
- (4) ①
- ②
- ③
- (5) ①
- ②
- ③

7 電熱線の長さ^と抵抗 ニクロム

線の長さ^と抵抗の大きさとの関係を調べるために, 次の実験を行った。あとの問いに答えなさい。

[実験] ニクロム線を50cm, 100cm,

150cm, 200cmにそれぞれ切り, 抵抗A~Dをつくった。抵抗A~Dを用いて図1のような回路をつくり, 電源装置の電圧を変化させて流れる電流の大きさを調べた。図2はその結果を表したものである。

図1

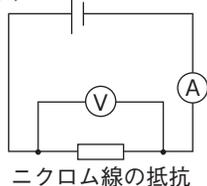
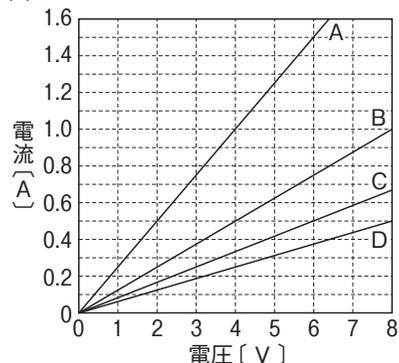


図2



- (1) [実験]で回路に8Vの電圧を加えるとき、電圧計の端子は何Vまで測定できるものを使用したか。もっとも適切なものを、次のア～ウから選び、記号で答えなさい。

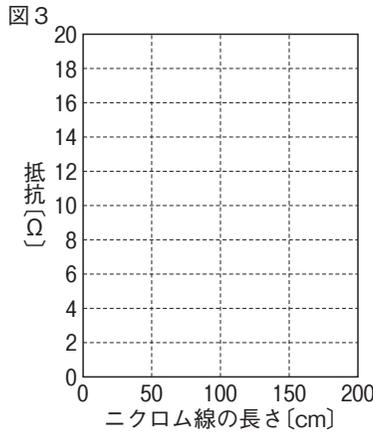
ア 3V イ 15V
ウ 300V

- (2) 抵抗Aの抵抗は何Ωか。

- (3) 図2をもとに、ニクロム線の長さ^と抵抗の関係を表すグラフを、図3にかきなさい。

- (4) (3)のグラフから、ニクロム線の長さ^と抵抗との間には、どのような関係があると考えられるか。簡単に答えなさい。

- 考(5) [実験]で使用したものと同一ニクロム線を用いてある長さの抵抗Eをつくり、図1と同様の回路をつくった。電源装置の電圧を6Vにすると、電流計の値は0.6Aを示した。このことから、抵抗Eの長さは何cmであると考えられるか。



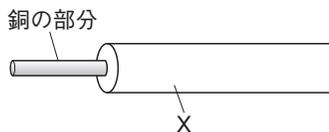
7の答え

- (1)
 (2)
 (3) 図3にかく。.....
 (4)
 (5)

8 物質の種類と抵抗 表は、いろいろな物質について、長さ1m、断面積1mm²のときの、室温での抵抗の値をまとめたものである。次の問いに答えなさい。

- (1) 電流が流れやすい物質をまとめて何というか。
 (2) (1)に対して、電流が非常に流れにくい物質をまとめて何というか。
 (3) 表の物質のうち、(2)にあてはまるものはどれか。すべて選び、物質の名称^{めいしょう}を答えなさい。
 (4) アルミニウムとニクロム(どちらも長さ1m、断面積1mm²)に、1Vの電圧を加えたとき、それぞれ何Aの電流が流れるか。小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで答えなさい。

- (5) 右の図は、回路に使われる導線のつくりを模式的に表したものである。銅の部分をおおうXの部分には、どのような物質が使われていると考えられるか。もっとも適切なものを、次のア～エから選び、記号で答えなさい。



ア ポリ塩化ビニル イ 亜鉛^{あえん}
ウ 炭素 エ マグネシウム

物質	抵抗[Ω]
アルミニウム	0.027
銅	0.017
鉄	0.10
ニクロム	1.10
ガラス	10 ⁶
ゴム	10 ¹⁸

8の答え

- (1)
 (2)
 (3)
 アルミ
 (4) ニウム

 ニクロム

 (5)

●●●●● ● **重点演習** ●●●●●

1 オームの法則と比例・反比例

問 図1のグラフで、電流の大きさを一定にしたとき、電熱線 a に加わる電圧は、電熱線 b に加わる電圧の何倍か。

解 グラフから、電熱線を通れる電流が0.2Aのとき、電熱線 a, b に加わる電圧は、それぞれ3V, 6Vであるから、 $3 \div 6 = 0.5$ 倍

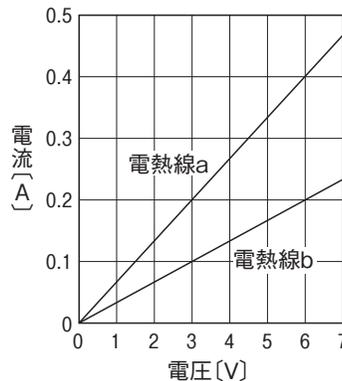
●電流の大きさが一定のとき、電圧の大きさは抵抗の大きさに比例する。 $V = RI$ から $V_1 = R_1 I$, $V_2 = R_2 I$

$$V_1 : V_2 = R_1 I : R_2 I = R_1 : R_2$$

●電圧の大きさが一定のとき、電流の大きさは抵抗の大きさに反比例する。 $I = \frac{V}{R}$ から $I_1 = \frac{V}{R_1}$, $I_2 = \frac{V}{R_2}$

$$I_1 : I_2 = \frac{V}{R_1} : \frac{V}{R_2} = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} = \frac{R_2}{R_1} : \frac{R_1}{R_2} = R_2 : R_1$$

図1 電熱線に加える電圧を変えたときの、流れた電流の大きさ



(1) 図1で、グラフの傾きは、電熱線の何を表しているか。「電流の」に続けて簡単に答えなさい。(電流の)

(2) 図1で、電圧の大きさを一定にしたとき、電熱線 a を流れる電流の大きさは、電熱線 b を流れる電流の大きさの何倍か。()

(3) 図1で、電熱線 a, b の抵抗の大きさの比を、もっとも簡単な整数の比で答えなさい。 $a : b = ()$

(4) 図2で、同じ大きさの電圧を加えたとき、電熱線 A, B, C を流れる電流の大きさの比を、もっとも簡単な整数の比で答えなさい。 $A : B : C = ()$

(5) 図2で、同じ大きさの電流を流したとき、電熱線 A, B, C に加わる電圧の大きさの比を、もっとも簡単な整数の比で答えなさい。 $A : B : C = ()$

(6) 図2で、電熱線 A, B, C の抵抗の比を、もっとも簡単な整数の比で答えなさい。 $A : B : C = ()$

(7) 図2で、電熱線 C の抵抗の大きさは、電熱線 A の抵抗の大きさの何倍か。()

(8) 図3から、一定の電圧を加えたとき、抵抗の大きさと電流の大きさはどのような関係になっているか。()

(9) 図3で、一定の電圧の大きさは何Vか。()

(10) 図3から、電流と抵抗の関係を、電流を $I [A]$, 抵抗を $R [\Omega]$ として、 I を R で表しなさい。()

(11) 図3で、 1Ω の抵抗に電圧を加えると、何Aの電流が流れるか。()

図2 電熱線に加える電圧を変えたときの、流れた電流の大きさ

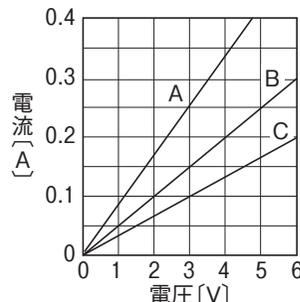
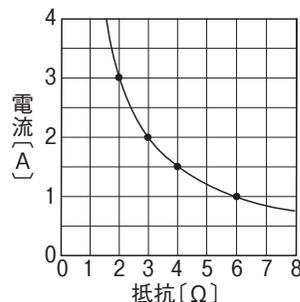


図3 抵抗の大きさが異なる電熱線に一定の電圧を加えたとき、電熱線を通れた電流の大きさ



2 直列・並列回路の抵抗の比とグラフの利用

問 図2で、電熱線Aに2Vの電圧が加わるとき、電熱線Bに加わる電圧は何Vか。また、電熱線AとBの抵抗 R_A 、 R_B の比は、何対何か。

解 図1のグラフから、電熱線Aに2Vの電圧が加わると、200mAの電流が流れる。直列回路では各電熱線に流れる電流の大きさが等しいので、グラフから、電熱線Bに加わる電圧は8V。また、直列回路では、各電熱線の抵抗の大きさの比は各電熱線に加わる電圧の大きさの比に等しいので、 $V_A : V_B = 2 : 8 = 1 : 4$ より、 $R_A : R_B = 1 : 4$

図1 電熱線A、Bの電圧と電流の関係を表したグラフ

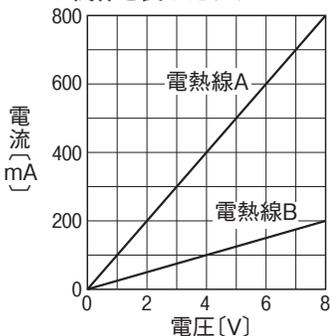


図2 電熱線A、Bの直列回路

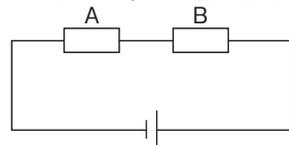
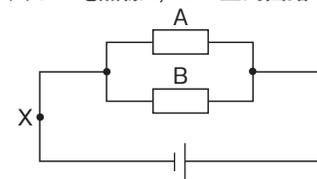


図3 電熱線A、Bの並列回路



- 直列回路では、各電熱線に加わる電圧の比はその抵抗の比に等しい。
 $V_1 : V_2 = R_1 : R_2$
- 並列回路では、各電熱線に流れる電流の比は、その抵抗の逆数の比に等しい。
 $I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} = R_2 : R_1$

- 図3で、電熱線Aに300mAの電流が流れるとき、電熱線Bには何mAの電流が流れるか。
()
- 図3で、電源の電圧が4Vのとき、X点を流れる電流は何mAか。
()
- 図3の回路全体に加わる電圧と流れる電流の関係を示すグラフを、図1にかきなさい。
(図1にかく。)
- 図3で、電熱線AとBの抵抗 R_A 、 R_B と回路全体の抵抗 R を、大きい順に並べなさい。
()

- 図4、5より、電熱線aに200mAの電流が流れるときの、電熱線bに加わる電圧は何Vか。
()
- 図4の電熱線bに加わる電圧と流れる電流の関係を示すグラフを、図5にかきなさい。
(図5にかく。)
- 図5から、電熱線a、bの抵抗 R_a 、 R_b の比を、もっとも簡単な整数の比で表しなさい。
 $R_a : R_b = ()$
- 図4で、電熱線a、bの抵抗 R_a 、 R_b と、回路全体の抵抗 R を、大きい順に並べなさい。
()

図4 電熱線a、bの直列回路

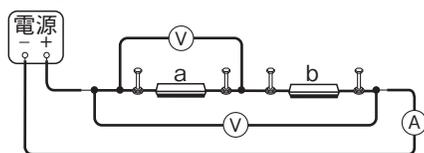
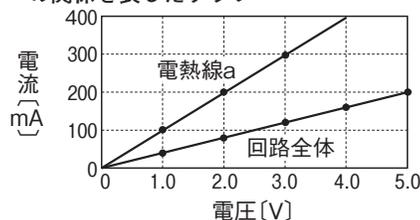


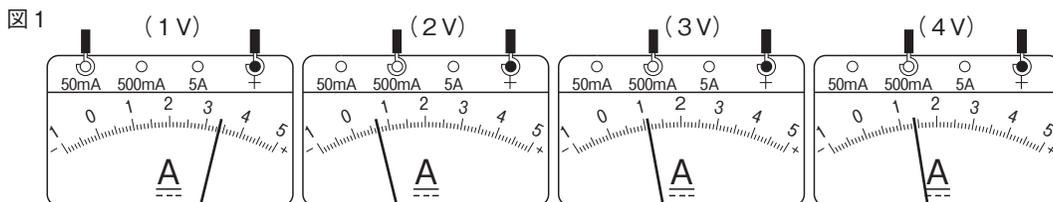
図5 電熱線a、回路全体の電圧と電流の関係を表したグラフ



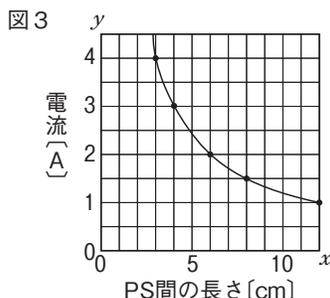
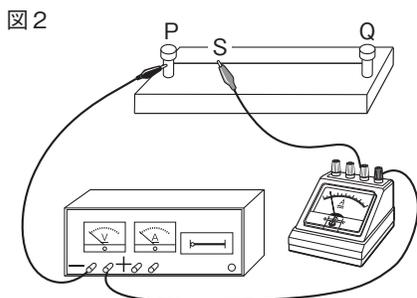
探究問題

❶ 次の実験1, 2について, あとの問いに答えなさい。 (山梨・改)

〔実験1〕 電源装置, 電熱線, 電流計を直列に接続し, さらに電熱線に並列に電圧計を接続した。図1は, 電圧計の針が1~4 Vを示したときの電流計のようすである。

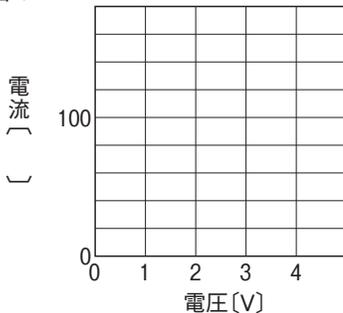


〔実験2〕 図2のように, 太さの一樣なある金属線をPとQの位置で固定し, クリップを点PとSにそれぞれつないだ。その後, クリップと金属線の接点SをQ側に移動させながら, 電流をはかった。このとき, PS間には常に6.0Vの電圧が加わっていた。図3は, この実験をもとにして, PS間の長さ x , 電流計が示す値 y として, x と y の関係をグラフに表したものである。ただし, この金属線の抵抗の大きさは, PS間の長さ x に比例する。



(1) 図1で使用した電流計の端子に注意して, 実験1の電圧と電流の関係を表すグラフを図4にかきなさい。また, 電流の〔 〕内に適切な単位を書きなさい。

図4



(2) 次の文の()の①, ②にあてはまることばを答えなさい。

(1)のグラフから, 電熱線を通る電流は電熱線に加わる電圧に(①)する。この関係を発見した人は, ドイツの物理学者の(②)である。

(3) 実験2で, 図3のグラフから, y を x の式で表しなさい。

(4) 実験2で, クリップを金属線につないだときのPS間の抵抗の大きさを z とする。 z を x の式で表しなさい。

❶の答え

(1)	図4にかく。
(2)	①
(3)	②
(4)	

2 次の実験について、あとの問いに答えなさい。

〔実験1〕電熱線 a, b, c, d それぞれについて図1の回路をつくり、電熱線の両端に加える電圧を変え、それぞれの電熱線に流れる電流を調べ、結果を図2のグラフに表した。

図1

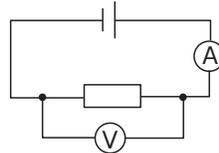
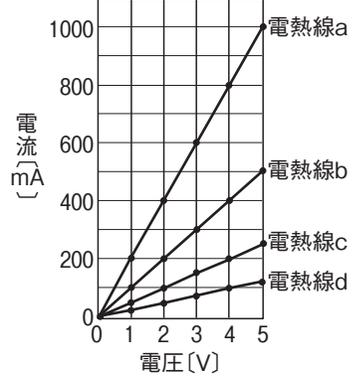
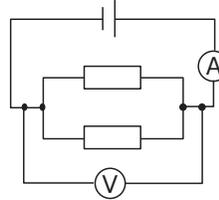


図2



〔実験2〕電熱線 a, b, c, dのうち、どれか2つを使って図3の回路をつくり、電圧計が8.0Vになるようにして、回路全体に流れる電流を測定した。表は、使う電熱線の組み合わせをそのつど変えて、この測定を4回行った結果を表したものである。

図3



	1回目	2回目	3回目	4回目
電流[A]	0.6	1.0	1.2	2.0

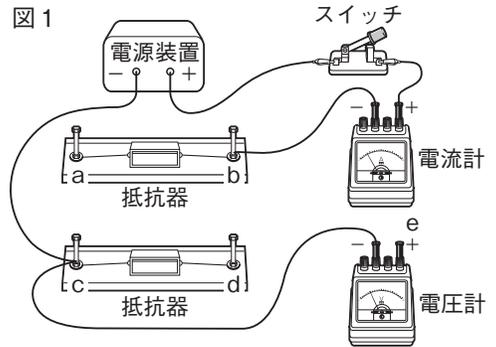
- 実験2で電熱線 a と b を組み合わせたとき、電熱線 a と b に流れる電流の比をもっとも簡単な整数の比で表しなさい。
- 実験2で1回目に行った測定は、電熱線 a, b, c, d のどれとどれを組み合わせたものか。記号で答えなさい。
- 実験2で行った4回の測定で、電熱線 a, b, c, d のうち、使った回数と同じものは、どれとどれか。記号で答えなさい。

2の答え

(1)	a : b =
(2)	
(3)	

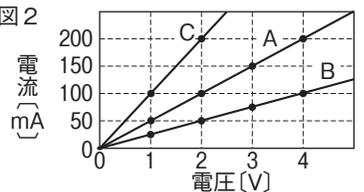
3 抵抗の大きさが等しい2個の抵抗器と電流計、電圧計、電源装置、スイッチを図1のように導線でつないで、次の実験を行った。あとの問いに答えなさい。ただし、図1中の導線のクリップは省略してある。(鹿児島・改)

図1



〔実験1〕図1の b と d, d と e を導線でつないでスイッチを入れ、電源装置の電圧を変化させた。このときの電流計、電圧計の測定値をグラフに表したところ、図2のAのようになった。

図2



〔実験2〕実験1でつないだ導線を取り除いてはじめの状態にし、実験1とはちがうつなぎ方をしたところ、図2のBとCのグラフになった。

- 実験2で、図2のBのグラフのとき、a ~ e はどのようにつながれていたか。図に導線をかき入れなさい。ただし、すでにつないである部分は変えずに、クリップは省略してもよい。
- 実験2で、図2のBとCのグラフのときの回路全体の抵抗の値の比をもっとも簡単な整数の比で表しなさい。

3の答え

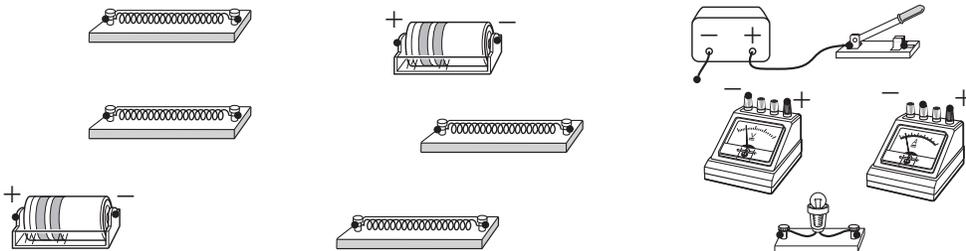
(1)	図1にかく。
(2)	B : C =

計算・作図の演習

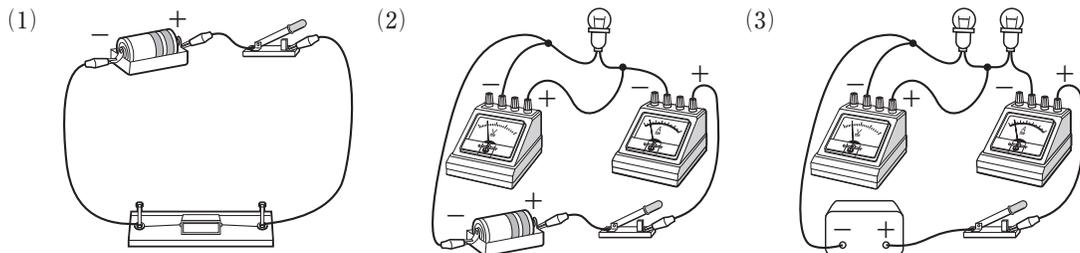
③ オームの法則・電気とそのエネルギー

1 作図回路 図に導線をかき加え、指示された回路を完成させなさい。

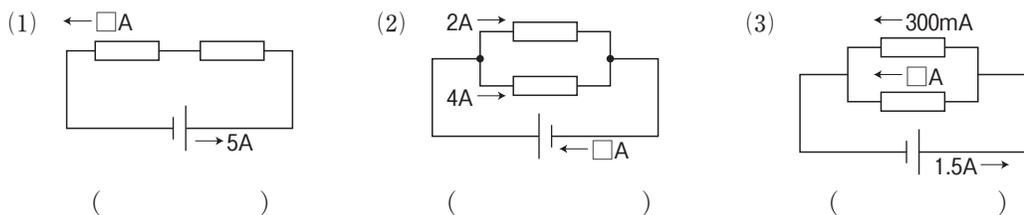
- (1) 直列回路 (2) 並列回路 (3) 豆電球の電圧と電流を調べる。



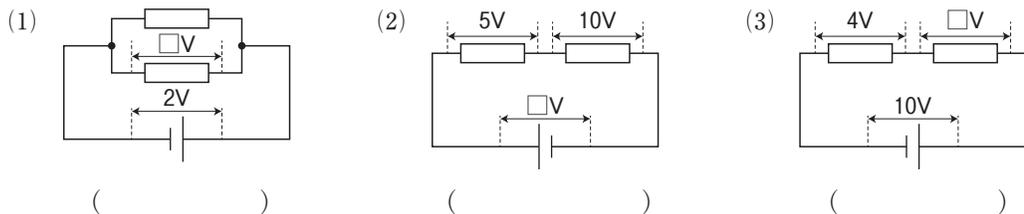
2 作図回路図 図の回路を□に回路図で表しなさい。



3 計算電流の計算 次の図の□にあてはまる電流の値を求めなさい。



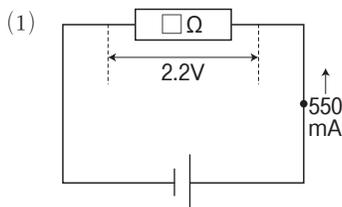
4 計算電圧の計算 次の図の□にあてはまる電圧の値を求めなさい。



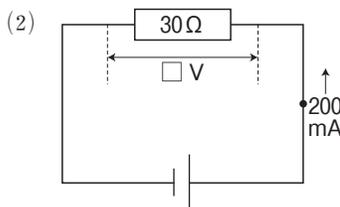
5 計算 オームの法則 次の問いに答えなさい。

- (1) 12Vの電圧を加えると0.5Aの電流が流れる電熱線の抵抗は何Ωか。 ()
- (2) 18Vの電圧を加えると300mAの電流が流れる電熱線の抵抗は何Ωか。 ()
- (3) 4Vの電圧を加えると250mAの電流が流れる電熱線の抵抗は何Ωか。 ()
- (4) 6.3Vの電圧を加えると4.5Aの電流が流れる電熱線の抵抗は何Ωか。 ()
- (5) 10Ωの電熱線に3Aの電流を流したいときに加える電圧は何Vか。 ()
- (6) 6Ωの電熱線に650mAの電流を流したいときに加える電圧は何Vか。 ()
- (7) 20Ωの電熱線に0.4Aの電流を流したいときに加える電圧は何Vか。 ()
- (8) 2Ωの電熱線に4Vの電圧を加えたときに流れる電流は何Aか。 ()
- (9) 6Ωの電熱線に3Vの電圧を加えたときに流れる電流は何Aか。 ()
- (10) 50Ωの電熱線に8Vの電圧を加えたときに流れる電流は何mAか。 ()
- (11) 15Ωの電熱線に7.5Vの電圧を加えたときに流れる電流は何mAか。 ()

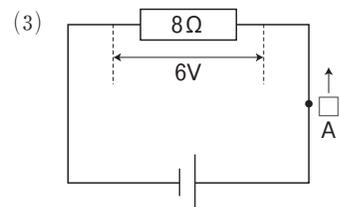
6 計算図を用いたオームの法則 次の図の□にあてはまる抵抗, 電圧, 電流を答えなさい。



()



()

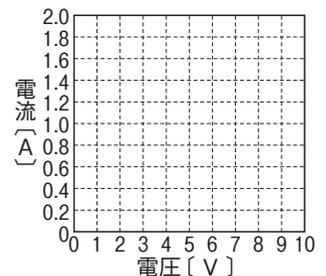


()

7 作図 オームの法則 次の問いに答えなさい。

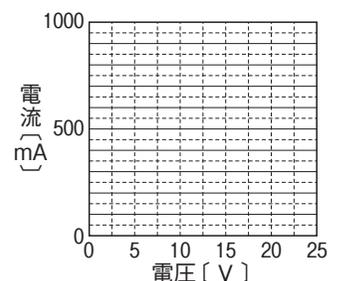
- (1) 下の表は、電熱線A, Bに加える電圧を変化させたときに流れた電流を示したものである。電熱線A, Bに加わる電圧と流れる電流の関係を表すグラフを、図にそれぞれかきなさい。

電圧[V]		0	2	4	6	8	10
電流[A]	電熱線A	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
	電熱線B	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5



- (2) 下の表は、電熱線A, Bに加える電圧を変化させたときに流れた電流を示したものである。電熱線A, Bに加わる電圧と流れる電流の関係を表すグラフを、図にそれぞれかきなさい。

電圧[V]		0	5	10	15	20	25
電流[mA]	電熱線A	0	50	100	150	200	250
	電熱線B	0	150	300	450	600	750



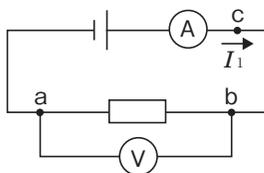
まとめのテスト 標準

得点

/100

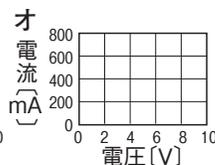
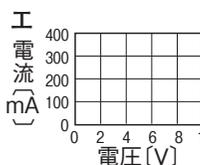
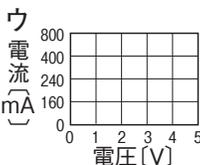
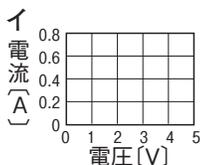
1 図1のような回路をつくり、抵抗器にいろいろな大きさの電圧を加え、抵抗器を流れる電流の大きさを調べる実験を行った。表は、その結果をまとめたものである。次の問いに答えなさい。

図1



電圧[V]	0	2	3	5	10
電流[mA]	0	160	240	400	800

(1) 表をもとに測定値をすべてグラフに表すとき、グラフの目盛りをどのように決めて記入すればよいか。次のア～オから選び、記号で答えなさい。



(2) 抵抗器の抵抗は何Ωか。

(3) 図1の抵抗器と同じ抵抗器を2つ使って、図2、3の回路をつくった。図1、2、3の回路で、a b間に同じ大きさの電圧を加えたとき、c点を流れる電流の大きさをそれぞれ I_1 , I_2 , I_3 とする。このとき、電流の大きい順に並べるとどうなるか。記号を用いて答えなさい。

図2

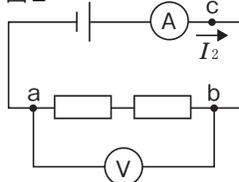
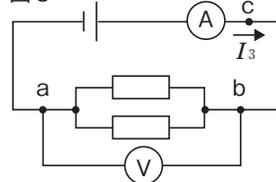


図3



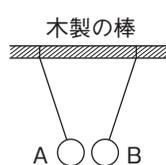
(8点×3)

(1)	(2)	(3)	→	→
-----	-----	-----	---	---

2 静電気と陰極線について調べるために、次の実験を行った。あとの問いに答えなさい。

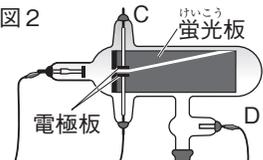
[実験1] ナイロンの布でこすった発泡ポリスチレン球Aと、ポリエチレンの袋でこすった発泡ポリスチレン球Bを、図1のように、電気を通さない糸で木製の棒につるしたところ、AとBは引き合った。

図1



[実験2] 陰極線が見られるクルックス管の上下の電極板に直流電源をつないだところ、陰極線は図2のように上向きに曲がった。

図2



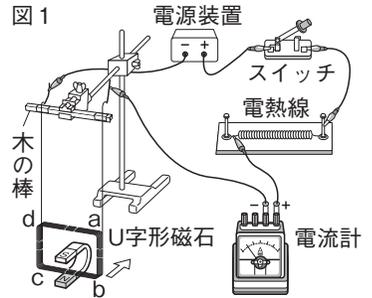
(1) 実験1で、発泡ポリスチレン球Aをこすったあとのナイロンの布は、+の電気を帯びていた。このとき、球A、Bはそれぞれ+、-どちらの種類の電気を帯びているか。+または-の記号で答えなさい。

(2) 実験2で、電極C、Dはそれぞれ+極、-極のどちらか。+または-の記号で答えなさい。

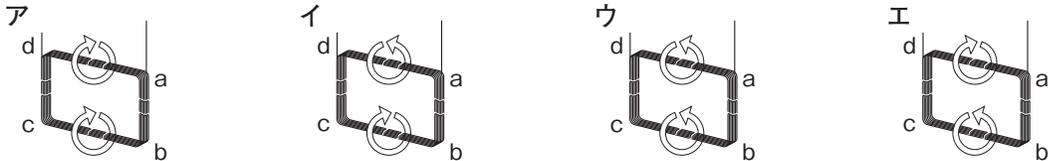
(5点×4)

(1)	A	B	(2)	C	D
-----	---	---	-----	---	---

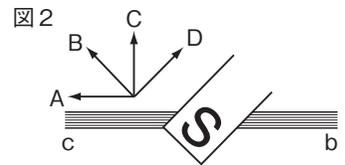
3 図1のような、コイルをU字形磁石の磁界の中につるした装置をつくり、スイッチを入れたところ、コイルにa→b→c→d→aの向きに電流が流れ、図の矢印の向きにコイルが動いた。次の問いに答えなさい。



- (1) 図1で、コイルのb→cの向きに流れる電流と、d→aの向きに流れる電流がつくる磁界の向きを表すとどのようになるか。次のア～エから選び、記号で答えなさい。



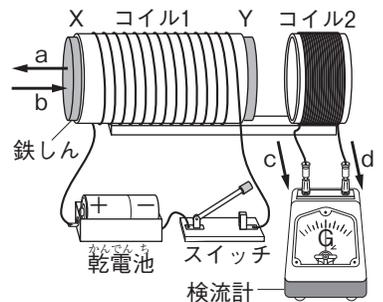
- (2) 図1の電熱線を抵抗の小さい電熱線につなぎかえてから、図1のときと同じ電圧で電流を流した。このとき、コイルの動き方は、つなぎかえる前と比べてどうなるか。
- (3) 図1のU字形磁石を上から見て図2のようにコイルのbcに対して斜めになるように置きかえてから電流を流した。このとき、コイルのbcにはたらく力の向きはどうなるか。図2のA～Dから選び、記号で答えなさい。



(7点×3)

(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

4 電磁誘導の現象を調べるために、図のような回路をつくり、電磁石になるコイル1につながっているスイッチを操作したときに、コイル2に流れる電流について検流計で確かめた。次の問いに答えなさい。



- (1) スwitchを入れたコイル1で、コイルの内側にできる磁界の向きはa, bのどちらか。また、N極の位置はX側, Y側のどちらか。それぞれ記号で答えなさい。
- (2) スwitchを入れた瞬間、コイル2には矢印cの向きに電流が流れた。
- ① このとき、コイル2に電流が流れたのは、コイル1のつくる()がコイル2を貫いてコイル2の中の磁界を変化させたからである。()にあてはまることばは何か。
- ② Aスイッチを入れてしばらくしてから、Bスイッチを切った。下線部Aと、Bの瞬間、コイル2に流れる電流はどうなるか。次のア～ウからそれぞれ選び、記号で答えなさい。
- ア 矢印cの向きに流れる。 イ 矢印dの向きに流れる。 ウ 流れない。

(7点×5)

(1) 磁界	N極	(2) ①	② A	B
--------	----	-------	-----	---

まとめのテスト 応用

得点

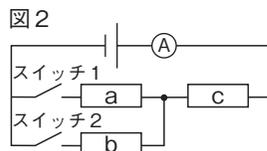
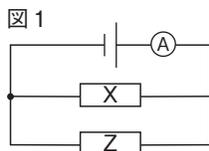
/100

1 表1は、抵抗器X～Zのそれぞれについて、^{りょうたん}両端に加わる電圧と流れた電流をまとめたものである。次の問いに答えなさい。

表1

抵抗器	X	Y	Z
電圧[V]	3.0	3.0	3.0
電流[mA]	750	375	150

- 抵抗器Xの抵抗の大きさは何Ωか。
- 図1のような、抵抗器XとZの回路をつくり、電源装置で6.0Vの電圧を加えると、電流計は何Aを示すか。



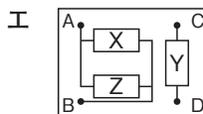
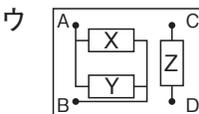
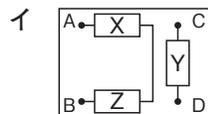
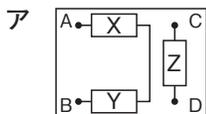
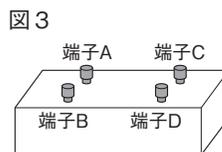
- 図2のように、抵抗器X～Zと2つのスイッチを用いて回路をつくった。図2のa～cは抵抗器X～Zのいずれかである。表2は、電源装置で電圧6.0Vの電圧を加えて、

表2

	電流計[mA]
スイッチ1	250
スイッチ2	500

スイッチ1だけ、スイッチ2だけを入れたときの電流計の示す値をまとめたものである。抵抗器a～cは抵抗器X～Zのどれか。それぞれ記号で答えなさい。

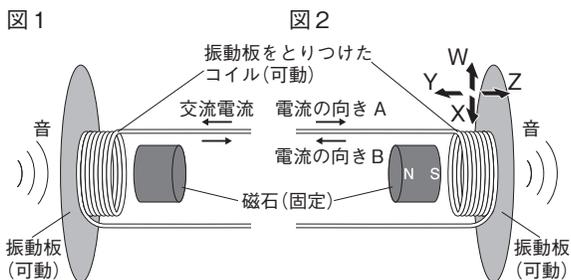
- 箱の中で抵抗器X～Zと4つの端子A～Dを何本かの導線でつないだ図3の装置をつくった。この装置の端子A、Bと電源装置をつなぎ6.0Vの電圧を加え電流の大きさを測定したのち、端子C、Dにつなぎかえ再び6.0Vの電圧を加え電流の大きさを測定すると、電流の大きさは3倍になった。このとき、箱の中の抵抗器X～Zはそれぞれ端子A～Dとどのようにつながれているか。次のア～エから選び、記号で答えなさい。



(4点×6)

(1)				(2)			
(3)	a	b	c	(4)			

2 図1は、マイクロホンのしくみを模式的に表したものである。振動板をとりつけたコイルが音によって振動し、固定された磁石による磁界が変化すると、コイルに電圧が生じ、交流電流が流れる。また図2は、スピーカーのしくみを模式的に表したもので、図1のマイクロホンと逆のしくみで音を出す。次の問いに答えなさい。



(埼玉・改)

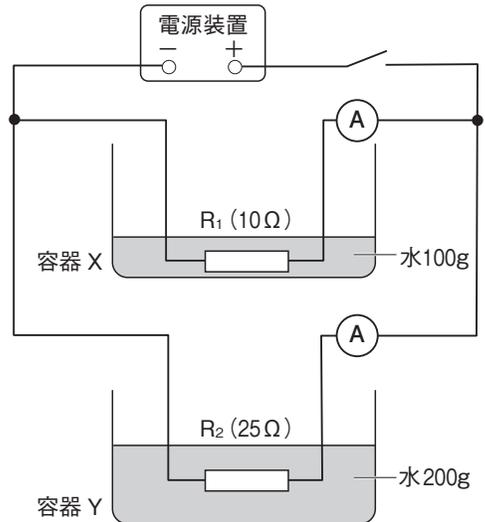
- (1) 下線部のようにして生じる電流を何というか。
- (2) 図2のスピーカーの振動板にはりつけてあるコイルに電流が流れると、磁石と同じような磁界が生じる。
- ① 図2のA, Bの向きに電流が流れると、振動板をとりつけたコイルはどの向きに動くか。図2のW~Zからそれぞれ選び、記号で答えなさい。
- ② 図2のスピーカーのしくみを述べた次の文の()にあてはまることばをそれぞれ答えなさい。

スピーカーは、コイルに流れる電流の向きが(a)ことによって、コイルのまわりの(b)の向きが変化し、固定された磁石の磁界から受ける力の向きが変化してコイルが振動することで、音が生じる。

(8点×5)

(1)		(2) ①	A	B
(2) ②	a			b

- 3** 電流による発熱を調べるために、図のような、15℃の水をそれぞれ100 g, 200 g入れた容器X, Yに、抵抗がそれぞれ10Ω, 25Ωの電熱線 R₁, R₂を入れた装置を用意した。この装置のスイッチを入れたところ、電熱線R₁を流れる電流は1.0Aであった。次の問いに答えなさい。



ただし、電熱線で発生する熱はすべて水の温度上昇に使われ、容器は外部と熱の出入りをしないものとする。

- (1) 電熱線R₂を流れる電流は何Aか。
- (2) 電熱線R₁, R₂が消費する電力はそれぞれ何Wか。
- (3) 容器Xの水は、スイッチを入れてから7分後に温度が25℃になった。ただし、熱量が一定のとき、上昇温度は水の質量に反比例するものとする。
- ① この間に容器Xの水が得た熱量は何Jか。
- ② このとき容器Yの水の温度は何℃になっているか。
- ③ 容器Yの水の温度を25℃にするためには、スイッチを入れてから何分間電流を流し続ける必要があるか。

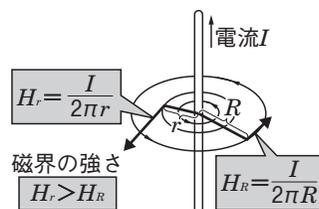
(6点×6)

(1)		(2) R ₁	R ₂
(3) ①		②	③

高校へのアクセス⑤

E 電流がつくる磁界の強さと距離

(1) **直線電流がつくる磁界** 十分に長い直線状の電流のまわりの空間には、同心円状の磁界ができる。導線からはなれた点での磁界の強さ H [N/Wb] (磁界の強さの単位にはニュートン毎ウェーバが使われる) は、導線を通る電流の大きさ I [A] に比例し、導線からの距離 r [m] に反比例する。直線電流がつくる磁界の強さは、
$$H = \frac{I}{2\pi r}$$
 と表される。

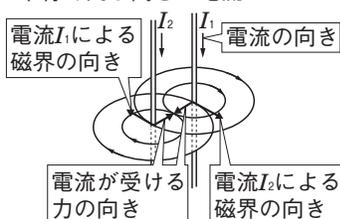


★磁極の強さを表す量を磁気量といい、単位にはウェーバ(記号: Wb)が使われる。

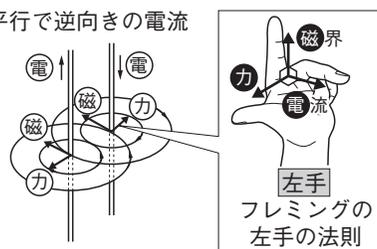
(2) **平行な直線電流の間にはたらく力**

- ①電流が同じ向きするとき 互いに引き合う力がはたらく。
- ②電流が逆向きするとき 互いにしりぞけ合う力がはたらく。

●平行で同じ向きの電流



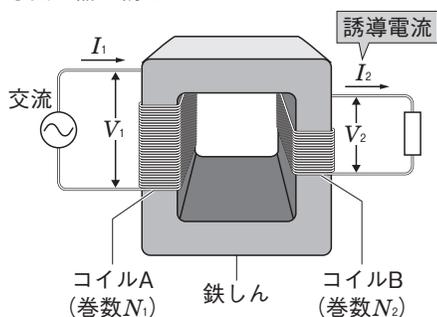
●平行で逆向きの電流



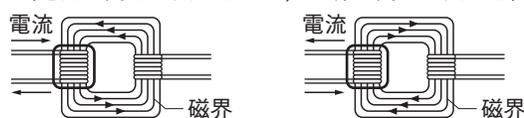
F 変圧器

(1) **変圧器** 巻数の異なる2つのコイルを、同じ鉄しんに巻いたもの。一方のコイルAに交流が流れると、鉄しんに磁界が生じ、もう一方のコイルBの磁界が変化してコイルBに誘導電流が流れる。交流が流れるコイルAの巻数 N_1 、加える電圧 V_1 、誘導電流が流れるコイルBの巻数 N_2 、生じる電圧 V_2 の間には、 $V_1 : V_2 = N_1 : N_2$ の関係が成り立つ。

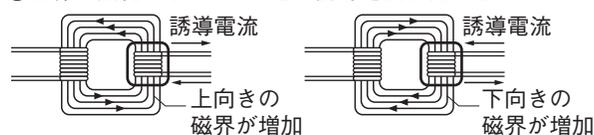
●変圧器の構造としくみ



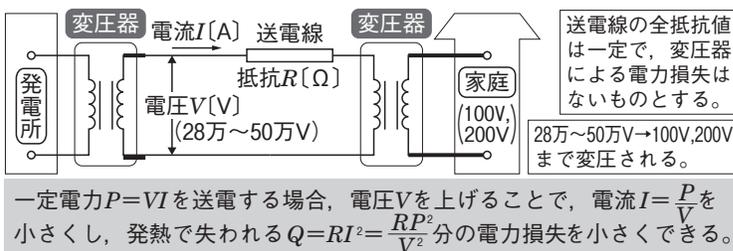
①コイルAに交流が流れる⇒磁界が生じる (電流の向きが変わるため、磁界の向きも変わる)



②磁界が変化する⇒コイルBに誘導電流が流れる

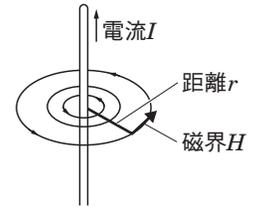


(2) **送電** 発電所から一定の電力を送る場合、送電線に送り出す電圧を大きくすることで電力損失(送電線で生じるジュール熱)を小さくできる。



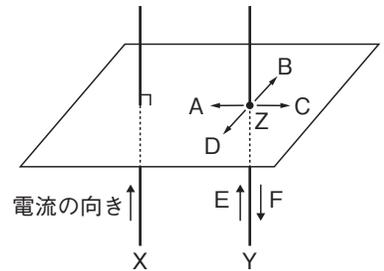
トレーニング問題

E-1 直線状の導線に I [A] の電流を流すと、導線からの距離 r [m] の点での磁界の強さは H [N/Wb] である。電流の大きさ I と導線からの距離 r を次のようにすると、磁界の強さは何 N/Wb になるか。ただし、円周率は π で表しなさい。



- (1) $I = 3.0\text{A}$, $r = 1.5\text{m}$
- (2) $I = 500\text{mA}$, $r = 2.5\text{m}$
- (3) $I = 0.2\text{A}$, $r = 40\text{cm}$

E-2 図のように、厚紙に2本の平行な導線を通し、導線 X に矢印の向きに電流を流した。次の問いに記号で答えなさい。



- (1) 導線 Y が点 Z で、導線 X を流れる電流から受ける磁界の向きは図の A ~ D のどれか。
- (2) 導線 Y が点 Z で、図の A の向きに力を受けたとき、導線 Y には E, F のどちらの向きの電流を流したか。

F-1 次の問いに答えなさい。

- (1) 巻数が400回のコイル A と、巻数が200回のコイル B の変圧器がある。コイル A に200V の電圧の交流を流すと、コイル B に生じる交流の誘導電流の電圧は何 V か。
- (2) コイル A とコイル B の巻数の比が、8 : 3 の変圧器がある。この変圧器のコイル A に120V の電圧の交流を流すと、コイル B に生じる交流の誘導電流の電圧は何 V になるか。
- (3) コイル A に6600V の電圧の交流を流すと、コイル B に100V の電圧の交流の誘導電流が生じる変圧器がある。この変圧器のコイル A の巻数は、コイル B の巻数の何倍か。

F-2 図は、発電所で発電された交流の電気が家庭に送られるようすを模式的に示したものである。このときの送電線の全抵抗を $5\ \Omega$ とし、送電する電力



1000W を変圧器で、ある電圧 [V] にして送り出したとして、次の問いに答えなさい。ただし、変圧器での電力損失はないものとする。

- (1) 100V で送り出したとき、1秒あたりの発熱として送電線で失われた分の電力は何 W か。
- (2) 1000V で送り出したとき、1秒あたりの発熱として送電線で失われた分の電力は何 W か。
- (3) (1) のときの電力損失は、(2) のときの電力損失の何倍か。
- (4) (3) の結果から、送電線に送り出す電圧は高電圧がよいか、低電圧がよいか。

共通テストにチャレンジ

得点

/100

1 凸レンズ 次の文章中の空欄「ア」・「イ」に入れる数値と記号の組み合わせとしてもっとも適当なものを、①～⑥のうちから一つ選べ。

図1のように、直線OO'に垂直に、物体(文字板)と半透明のスクリーンを1.0mはなして設置した。凸レンズの光軸を直線OO'と一致させたまま、物体とスクリーンの間でレンズの位置を調整したところ、スクリーン上に倍率1.0の明瞭な像ができた。このことから、レンズの焦点位置は「ア」mであることがわかる。また、スクリーン上の像をO'側から観察すると、図2の「イ」のように見える。

図1

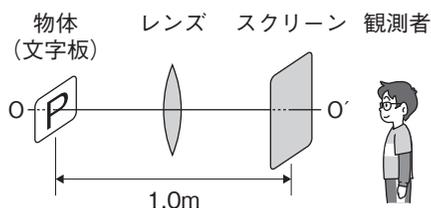


図2

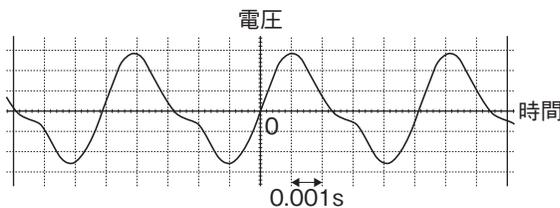
	ア	イ
①	0.25	(A)
②	0.25	(B)
③	0.50	(A)
④	0.50	(B)
⑤	1.0	(A)
⑥	1.0	(B)

2 音の性質 図1のように、クラシックギターの音の波形をオシロスコープで観察したところ、図2のような波形が観察された。図2の横軸は時間、縦軸は電気信号の電圧表している。また、表は音階と振動数の関係を示している。

図1



図2



(1) 図2の波形の音の周期は何sか。もっとも適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ
振動数	131Hz 262Hz	147Hz 294Hz	165Hz 330Hz	175Hz 349Hz	196Hz 392Hz	220Hz 440Hz	247Hz 494Hz

- ① 0.0023 ② 0.0028 ③ 0.0051 ④ 0.0076

(2) 表をもとにして、この音の音階としてもっとも適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- ① ド ② レ ③ ミ ④ ファ ⑤ ソ ⑥ ラ ⑦ シ

(8点×3)

1	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	
2	(1) ① ② ③ ④	(2) ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦