

17 電圧と電流と抵抗

1 電流と電圧の関係

(1) 電流と電圧の関係…電熱線に流れる電流の大きさは、加わる電圧の大きさに比例する。

① 1.5 V の乾電池 2 個の直列つなぎ…全体の電圧の大きさは 3.0 V。

② 1.5 V の乾電池 2 個の並列つなぎ…全体の電圧の大きさは 1.5 V。

→他の条件が同じなので、流れる電流の大きさは①のほうが大きい。

(2) 抵抗(電気抵抗) …電流の流れにくさ。

(3) 抵抗の大きさ…記号は R 、単位はオーム (Ω) で表す。1 V の電圧を加えたとき 1 A の電流が流れる抵抗の大きさが 1 Ω である。抵抗の値が大きいほど、電流が流れにくい。

(4) オームの法則…抵抗に流れる電流の大きさは、電圧に比例し、抵抗に反比例する。

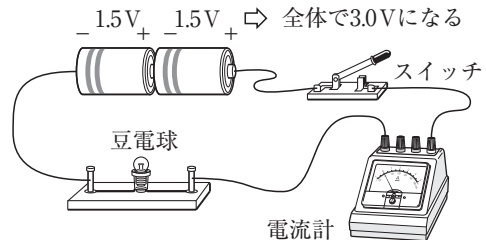
$$\text{電圧 [V]} = \text{抵抗 } [\Omega] \times \text{電流 [A]} \quad V = RI$$

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

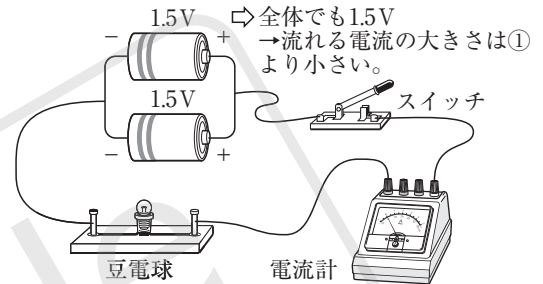
$$\text{抵抗 } [\Omega] = \frac{\text{電圧 [V]}}{\text{電流 [A]}} \quad R = \frac{V}{I}$$

▼乾電池のつなぎ方と電圧、流れる電流の関係

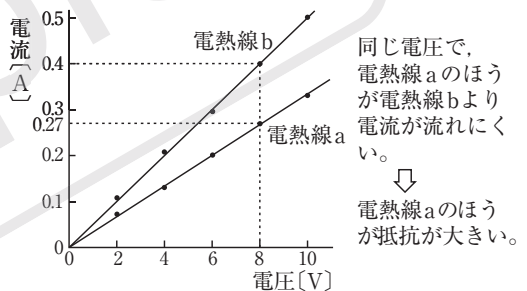
① 直列つなぎ



② 並列つなぎ



▼電流と電圧、抵抗



確認問題

1 電流と電圧の関係

□(1) 次の文の _____ にあてはまる言葉を書きなさい。

① 電熱線に流れる電流の大きさは、加わる電圧の大きさに① _____ する。

② 電流の流れにくさを② _____ という。

②は、記号③ _____ で表し、②の大きさの単位は④ _____ で表す。

③ 抵抗に流れる電流の大きさは、電圧に①し、②に反比例するという法則を⑤ _____ という。

④ ⑤を電圧 V を抵抗 R と電流 I を用いた式で表すと⑥ _____ になる。

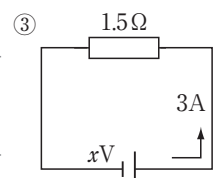
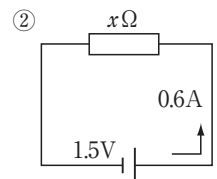
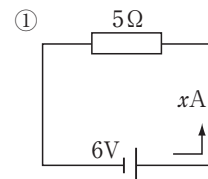
□(2) 抵抗の大きさが 6.0 Ω の抵抗器に 500 mA の電流が流れた。この抵抗器に加えた電圧の大きさは何 V か。 _____

□(3) 抵抗の大きさが 4.0 Ω の抵抗器に 5.0 V の電圧を加えた。この抵抗器に流れた電流の大きさは何 A か。 _____

□(4) 8.0 V の電圧を加えると 0.2 A の電流が流れた抵抗器の抵抗の大きさは何 Ω か。 _____

□(5) 右の図の①～③の回路について、オームの法則を用いて、 x の値をそれぞれ求めよ。

① _____ ② _____ ③ _____



2 直列回路の抵抗

- (1) 直列回路の回路全体の抵抗…回路全体の抵抗 (R) の大きさは、各抵抗 (R_1 , R_2) の大きさの和になる。いくつかの抵抗が1つの抵抗になっていると考えることができる。

- (2) 直列回路の回路全体の抵抗の大きさの求め方

右の図のような回路を考える。

直列回路の電圧の関係から、

$$V = V_1 + V_2 \quad \cdots \cdots ①$$

直列回路の電流の関係から、

$$I = I_1 = I_2$$

全体の抵抗を R とすると、オームの法則から

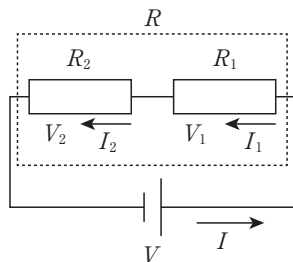
$$V = RI, \quad V_1 = R_1 I_1 = R_1 I, \quad V_2 = R_2 I_2 = R_2 I \quad \cdots \cdots ②$$

②を①に代入すると

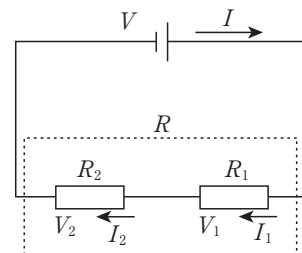
$$RI = R_1 I + R_2 I$$

両辺を I で割ると

$$R = R_1 + R_2$$



▼直列回路の全体の抵抗



$$\begin{aligned} \cdot R &= \frac{V}{I} & \cdot R &= R_1 + R_2 \\ \cdot I &= I_1 = I_2 & \cdot V &= V_1 + V_2 \end{aligned}$$

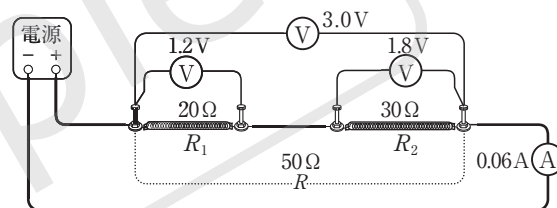
参考 回路の抵抗の大きさを調べる

右の図のように $20\ \Omega$ と $30\ \Omega$ の電熱線を直列につなぎ、全体の電流の大きさと電圧の大きさを調べる。

回路全体の抵抗 R の大きさを全体の電流の大きさ、電圧の大きさから計算すると次のようになる。

$$R = 3.0[\text{V}] \div 0.06[\text{A}] = 50[\Omega]$$

$20\ \Omega$ と $30\ \Omega$ の和は $50\ \Omega$ になるので、直列回路の回路全体の抵抗の大きさは各抵抗の大きさの和になることが確かめられた。



確認問題

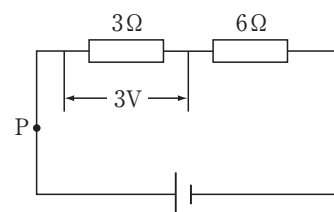
2 直列回路の抵抗

- (1) 次の文の _____ にあてはまる言葉を書きなさい。

- ① 直列回路の回路全体の抵抗の大きさは① _____ になる。
- ② 直列回路の回路全体の抵抗の大きさ R を各抵抗の大きさ R_1 , R_2 で表すと② _____ となる。
- ③ $20\ \Omega$ と $30\ \Omega$ の抵抗を直列につなぐと、全体の抵抗の大きさは③ _____ となる。
- ④ $15\ \Omega$ と④ _____ の抵抗を直列につなぐと、全体の抵抗の大きさは $60\ \Omega$ になる。

- (2) 右の図の回路について、次の問いに答えなさい。

- ① $3\ \Omega$ の抵抗に 3 V の電圧が加わっていることから、P点を流れる電流の大きさは何 A か。 _____
- ② ①より、 $6\ \Omega$ の抵抗に加わっている電圧の大きさは何 V か。 _____
- ③ ②と $3\ \Omega$ の抵抗に加わっている電圧の大きさより、電源の電圧の大きさは何 V か。 _____
- ④ ①③より、回路全体の抵抗の大きさは何 Ω か。 _____



3 並列回路の抵抗

- (1) 並列回路の回路全体の抵抗…回路全体の抵抗(R)の大きさは、各抵抗(R_1, R_2)の大きさより小さくなる。抵抗の大きさが同じ抵抗器を2つ並列につなげば、全体の抵抗の大きさは1つの抵抗器の抵抗の大きさの半分になる。

- (2) 並列回路全体の抵抗の大きさの求め方

右の図のような回路を考える。

並列回路の電流の関係から、

$$I = I_1 + I_2 \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

並列回路の電圧の関係から、

$$V = V_1 = V_2$$

全体の抵抗を R とすると、オームの法則から

$$I = \frac{V}{R}, \quad I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V}{R_2} \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

②を①に代入すると

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

両辺を V で割ると

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

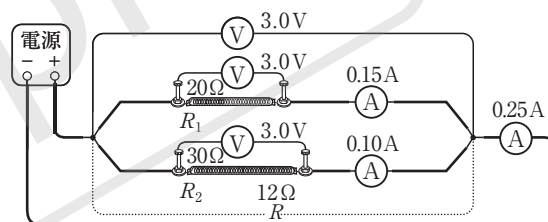
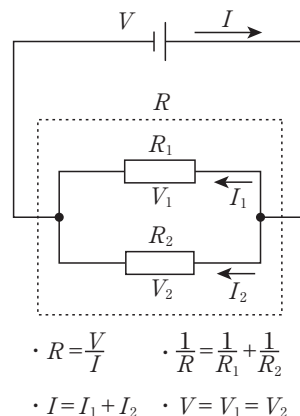
参考 回路の抵抗の大きさを調べる

右の図のように 20Ω と 30Ω の電熱線を並列につなぎ、各部分の電流の大きさと電圧の大きさ、全体の電流の大きさと電圧の大きさを調べる。

回路全体の抵抗の大きさ R を全体の電流の大きさ、電圧の大きさから計算すると次のようになる。

$$R = 3.0[\text{V}] \div 0.25[\text{A}] = 12[\Omega]$$

このことから並列回路全体の抵抗の大きさは各抵抗の大きさより小さくなることが確かめられた。

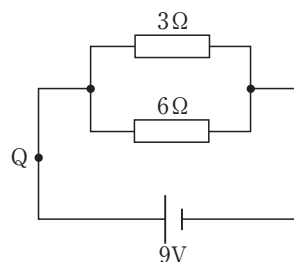
▼並列回路の全体の抵抗**確認問題****3 並列回路の抵抗**

- (1) 次の文の _____ にあてはまる言葉を書きなさい。

- ① 並列回路の回路全体の抵抗の大きさは各抵抗の大きさより **①** _____ なる。
- ② 並列回路の回路全体の抵抗の大きさ R の逆数 $\frac{1}{R}$ を、各抵抗の大きさを R_1, R_2 で表すと **②** _____ となる。
- ③ 20Ω と 30Ω の抵抗を並列につなぐと、全体の抵抗の大きさは **③** _____ となる。
- ④ 20Ω の抵抗を2つ並列につなぐと、全体の抵抗の大きさは **④** _____ になる。

- (2) 右の図の回路について、次の問いに答えなさい。

- ① 3Ω の抵抗に加わる電圧の大きさは何 V か。
- ② 3Ω の抵抗に流れる電流の大きさは何 A か。
- ③ 6Ω の抵抗に流れる電流の大きさは何 A か。
- ④ Q 点を流れる電流の大きさは何 A か。
- ⑤ 回路全体の抵抗の大きさは何 Ω か。



4 導体と不導体

(1) 導体…抵抗が小さく、電流が流れやすい物質。物質の種類によって抵抗の大きさが決まっている。

- ① 導線…抵抗の小さい銅がよく用いられている。送電線には銅より軽いアルミニウムが、電子回路には細かな細工が可能な金が用いられている。

参考 導線の抵抗は、回路ではほぼ0として考える。

- ② 電熱線…発熱することが目的なので、抵抗の大きいニクロムなどが用いられる。

例 タングステン、鉄、炭素(黒鉛)、ニクロムなど。

(2) 不導体(絶縁体)…抵抗が非常に大きく、電流がほとんど流れない物質。導線のまわりの部分是不導体であり、簡単に曲げることのできるゴムやポリ塩化ビニルが用いられる。

例 ゴム、ガラス、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、磁器、ウンモなど。

(3) 半導体…導体と不導体の中間的な性質をもっている物質。抵抗は不導体の半分程度になる。発光ダイオードや太陽電池、トランジスタなどのコンピュータ部品に使われている。

例 ケイ素(シリコン)、ゲルマニウムなど。

(4) 超伝導…超低温で特定の化合物の抵抗が0になる現象。抵抗が0になれば大きな電流を流したり、電流を流したままためておいたりすることもできる。実際の利用例としてはリニアモーターカーやMRI などがある。

▼いろいろな物質の抵抗

(断面積 1 mm^2 , 長さ 1 m , 0°C)

	物質	抵抗 $[\Omega]$
導体	銅	0.016
	アルミニウム	0.025
	鉄	0.089
	ニクロム	1.1

	物質	抵抗 $[\Omega]$
不導体	ガラス	10^{18}
	ポリ塩化ビニル	$10^{12} \sim 10^{19}$
	ゴム	$10^{16} \sim 10^{21}$
	ポリエチレン	10^{20} 以上

	物質	抵抗 $[\Omega]$
半導体	ケイ素(シリコン)	約 2×10^9
	ゲルマニウム	約 4.5×10^5

確認問題

4 導体と不導体

□(1) 次の文の _____ にあてはまる言葉を書きなさい。

- ① 抵抗が小さく、電流が流れやすい物質を① _____ という。
- ② 導線の抵抗は回路では② _____ で③ _____ がよく用いられている。
- ③ 電熱線は発熱することが目的なので、抵抗の大きい④ _____ などが用いられる。
- ④ 抵抗が非常に大きく、電流がほとんど流れない物質を⑤ _____ という。
- ⑤ 導線のまわりの部分は⑤であり、簡単に曲げることのできる⑥ _____ やポリ塩化ビニルが用いられる。
- ⑥ ①と⑤の中間的な性質をもっている物質を⑦ _____ という。
- ⑦ 超低温で特定の化合物の抵抗が0になる現象を⑧ _____ という。

□(2) 物質による電流の流れやすさについて、次の問いに答えなさい。

- ① 次のア～オの物質のうち、電気抵抗が小さく、電流を通しやすい物質をすべて選べ。

ア ゴム イ 金 ウ 鉄 エ ガラス オ アルミニウム

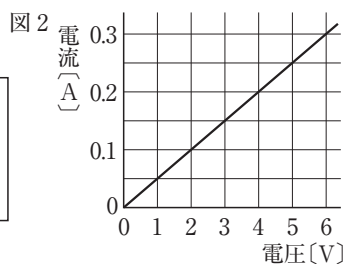
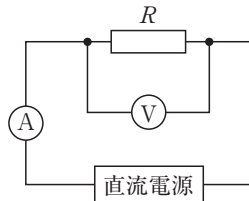
- ② ①で選ばなかった、抵抗が非常に大きく、電流がほとんど流れない物質を何というか。

- ③ 電熱線の材料に用いられているニクロムの電気抵抗は、導線の材料に用いられている銅の電気抵抗と比べて大きいのか、小さいのか。

基本問題

1 図1の回路で、電熱線 R に 図1

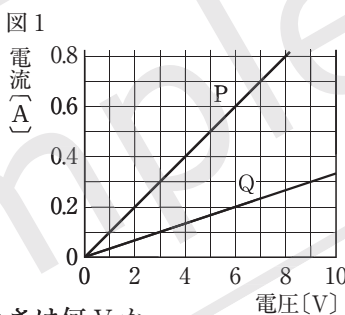
流れる電流の大きさとその両端に加わる電圧の大きさとの関係を調べる実験をした。図2は、この結果をまとめたグラフである。次の問いに答えなさい。 →1・4



- (1) 電熱線 R に流れる電流の大きさとその両端に加わる電圧の大きさとは、どのような関係になっているか。
- (2) 電熱線 R に 0.2 A の電流を流すには、その両端に何 V の電圧を加えるとよいか。
- (3) 電圧 $\div$ 電流で求められる、電流の流れにくさを表す値を何というか。
- (4) 電流と電圧、および、(3)との関係を表したものを何の法則というか。
- (5) 導線は、銅の細い線のまわりをポリ塩化ビニルなどでおおっている。

- ① 銅のように、電流をよく流す物質を何というか。
- ② ポリ塩化ビニルのように、電流をほとんど流さない物質を何というか。

2 図1は、2つの抵抗 P と Q のそれぞれに加わる電圧の大きさと流れる電流の大きさとの関係を表したグラフである。次の問いに答えなさい。 →1・2・3



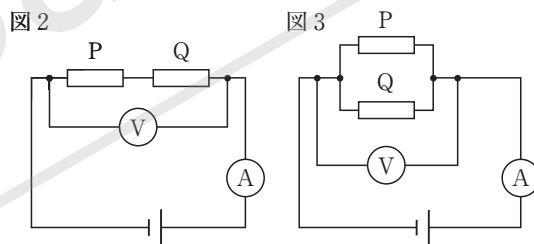
- (1) 抵抗 P と Q の抵抗の大きさは、それぞれ何 Ω か。
- (2) 図2のように、抵抗 P と Q を直列につないだ回路で、電流計が 0.2 A を示していた。

- ① グラフから、抵抗 P に加わっている電圧の大きさは何 V か。
- ② 電圧計は何 V を示すか。

- ③ 回路全体の抵抗の大きさは何 Ω か。

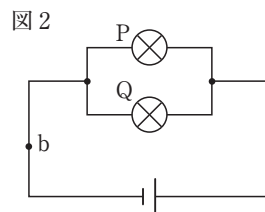
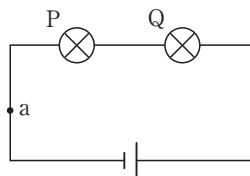
- (3) 図3のように、抵抗 P と Q を並列につないだ回路で、電圧計が、 6.0 V を示していた。

- ① グラフから、抵抗 P に流れる電流の大きさは何 A か。
- ② 電流計は何 A を示すか。
- ③ 回路全体の抵抗の大きさは何 Ω か。



3 同じ規格の2個の豆電球 P と Q 、図1

1.5 V の乾電池1個を使って、図1と図2の回路をつくった。次の問いに答えなさい。なお、豆電球の抵抗は一定とする。 →1・2・3



- (1) 図1の a 点を流れる電流は 30 mA であった。図2の b 点を流れる電流は何 mA か。
- (2) 図2の回路全体の抵抗の大きさは、図1の回路全体の抵抗の大きさの何倍か。

1

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	①
	②

2

(1)	P
	Q
(2)	①
	②
	③
(3)	①
	②
	③

3

(1)	
(2)	

演習問題

1 電圧計、電流計、直流電源、電熱線P、Qを用いて、次の実験1、2を行った。あとの問いに答えなさい。

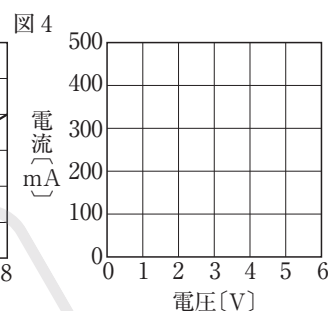
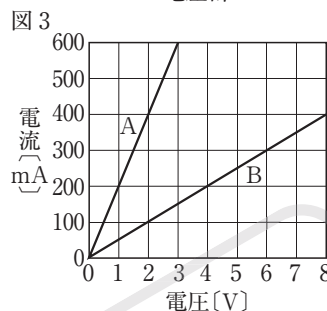
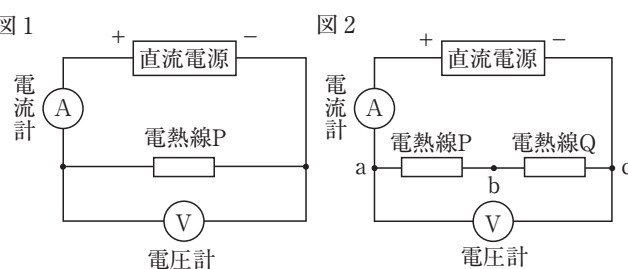
【実験1】 図1の回路で、直流電源の電圧を変えて、電圧の大きさと電流の大きさの関係を調べた。図3のAは、その結果をグラフにまとめたものである。

【実験2】 図2の回路で、直流電源の電圧を変えて、電圧の大きさと電流の大きさの関係を調べた。図3のBは、その結果をグラフにまとめたものである。

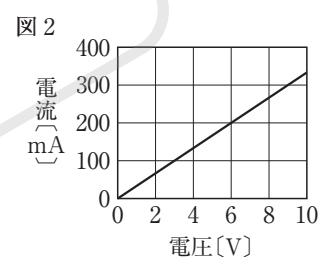
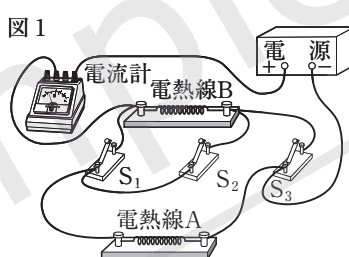
- (1) 電熱線Pの抵抗の大きさは何 Ω か。 []
- (2) 実験2の図2で、ab間の電圧の大きさを V_1 、bc間の電圧の大きさを V_2 、ac間の電圧の大きさを V_3 とすると、つねに成り立つ関係を、次のア～エから選べ。

ア $V_1 + V_2 = V_3$ イ $V_1 - V_2 = V_3$ ウ $V_2 - V_1 = V_3$ エ $V_1 = V_2 = V_3$ []

- (3) 実験1、2から、電熱線Qの両端bc間の電圧の大きさと電熱線Qに流れる電流の大きさとの関係を表すグラフを、図4にかけ。 [図4に記入]



2 図1は、電源装置に、電流計、抵抗の大きさのわからない電熱線A、50 Ω の電熱線Bおよび3個のスイッチ $S_1 \sim S_3$ をつないでつくった回路を示している。また、図2は、電熱線Aに加わる電圧の大きさと流れる電流の大きさとの関係を表したものである。次の問いに答えなさい。



- (1) スイッチ S_1 のみを入れ、電源の電圧を18Vにすると、電流計は何mAを示すか。 []
- (2) スイッチ S_2 のみを入れ、電源の電圧を8Vにしたら電流計は100mAを示した。このとき、電熱線Bには何Vの電圧が加わっていたか。 []
- (3) 電熱線Aを100 Ω の電熱線Cに取りかえた。電源の電圧を12Vにして、スイッチを、次のア～エの状態にしたとき、それぞれ電流計に流れている電流の大きさを測定した。ア～エを、電流の大きい順に並べて書け。
- ア スイッチ S_1 のみが入っている。 イ スイッチ S_2 のみが入っている。 [→ → →]
- ウ スイッチ S_3 のみが入っている。 エ スイッチ S_2 が切れ、 S_1 と S_3 が入っている。

3 右の図は、10 Ω の電熱線Xと別の電熱線Yを用いて直列回路と並列回路をつくり、それぞれの回路について、電源の両端の電圧を変えて回路全体に流れる電流の大きさを測定したときの結果を示したグラフである。次の問いに答えなさい。

- (1) 電熱線Yの抵抗の大きさは何 Ω か。 []
- (2) 電源の両端の電圧の大きさがともに等しいとき、直列回路の電熱線Xに流れる電流の大きさを I_1 [A]、並列回路の電熱線Xに流れる電流の大きさを I_2 [A]とする。 I_1 と I_2 を最も簡単な比で表せ。 [:]

