

中学

# WinPass

理科

2年

## 19

## 電力と発熱

## 1 電力

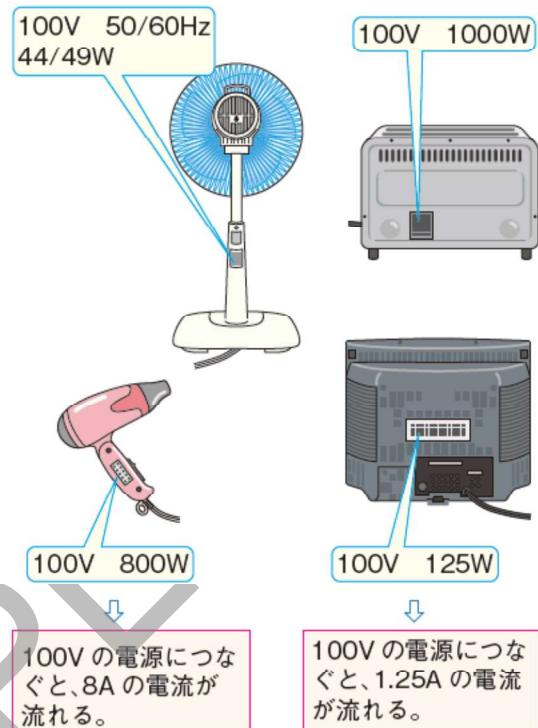
- (1) **電気エネルギー** 光や音、熱を発生させたり物体を動かしたりすることができる電流がもつ能力。
- (2) **電力(消費電力)** 電流が一定時間に消費する電気エネルギーの量を表したもの。電気器具が、熱や光、音を出したり、物体を動かしたりする能力は電力で表す。
- (3) **電力の単位 ワット** (記号: W) を用いる。1V の電圧を加えて 1A の電流が流れたときの電力が 1W である。また、 $1000\text{W} = 1\text{kW}$  (キロワット) である。
- (4) **電力の求め方** 電力  $P$  [W] は、電圧  $V$  [V] と電流  $I$  [A] の積で求められる。

$$\text{電力} [\text{W}] = \text{電圧} [\text{V}] \times \text{電流} [\text{A}] (P=VI)$$

- (5) **電気器具の表示** 100V - 800W の表示のある電気器具を 100V の電源につなぐと、800W の電力を消費する。このとき、電気器具に流れる電流は、次の式で求まる。

$$P=VI \text{ より, } I[\text{A}] = \frac{P[\text{W}]}{V[\text{V}]} = \frac{800[\text{W}]}{100[\text{V}]} = 8[\text{A}]$$

## 電気器具の消費電力の表示



## 2 熱量と電力量

- (1) **熱量** 電熱線などから発生した熱の量。電熱線が太くなるほど発生する熱量は大きくなる。
- (2) **熱量の単位 ジュール** (記号: J) を用いる。1W の電力で 1 秒間電流を流したときに発生する熱量は 1J である。1g の水の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量 (1 カロリー、1cal) は約 4.2J である。1cal = 約 4.2J
- (3) **熱量の求め方** 热量  $Q$  [J] は電力  $P$  [W] と電流  $I$  [A] を流した時間  $t$  [s] の積で求められる。

$$\begin{aligned}\text{熱量} [\text{J}] &= \text{電力} [\text{W}] \times \text{時間} [\text{s}] (Q=Pt) \\ &= \text{電圧} [\text{V}] \times \text{電流} [\text{A}] \times \text{時間} [\text{s}] (Q=VIt)\end{aligned}$$

- (4) **電力量** 電熱線のみではなく、さまざまな電気器具で消費された電気エネルギーの量。単位は J である。電力量  $W$  [J] は、電力  $P$  [W] と時間  $t$  [s] の積で求められる。

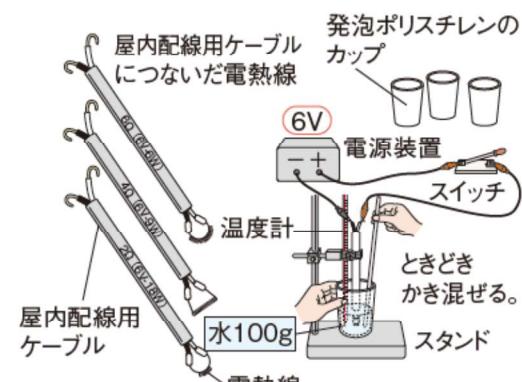
$$\begin{aligned}\text{電力量} [\text{J}] &= \text{電力} [\text{W}] \times \text{時間} [\text{s}] (W=Pt) \\ &= \text{電圧} [\text{V}] \times \text{電流} [\text{A}] \times \text{時間} [\text{s}] (W=VIt)\end{aligned}$$

1W の電力を 1 時間使用したときの電力量を、**ワット時** (記号: Wh) と表す場合もある。

$$1\text{Wh} = 1\text{W} \times 1\text{h} = 1\text{W} \times 3600\text{s} = 3600\text{J}$$

$$1\text{kWh} = 1000\text{Wh}$$

## 熱量とワット数の関係



結果の例(熱量がすべて水の温度上昇に使われた場合)

	$6\Omega$ (6V-6W)	$4\Omega$ (6V-9W)	$2\Omega$ (6V-18W)
はじめの水温	18.0°C	18.0°C	18.0°C
5分(300秒)後の水温	22.3°C	24.4°C	30.9°C
上昇温度	4.3°C	6.4°C	12.9°C

$$\begin{aligned}\text{熱量} [\text{J}] &= 9[\text{W}] \times 300[\text{s}] = 2700[\text{J}] \\ \text{上昇温度} [\text{°C}] &= 2700[\text{J}] \div 4.2[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{°C})] \div 100[\text{g}] \\ &= 6.42 \dots \rightarrow 6.4[\text{°C}]\end{aligned}$$

### 3 回路と熱量

(1) 直列回路と熱量 電熱線を直列につないだ回路では、各電熱線を流れる電流は等しいので、各電熱線に加わる電圧の比は、各電熱線の抵抗の比に等しい。したがって、各電熱線で消費する電力の比は各電熱線の抵抗の比に等しく、各電熱線での熱量の比は、各電熱線の抵抗の比に等しい。抵抗  $R_1$  ( $R_1[\Omega]$ ) と抵抗  $R_2$  ( $R_2[\Omega]$ ) を直列につないだ回路で、 $R_1$ 、 $R_2$  に加わる電圧をそれぞれ  $V_1$  [V]、 $V_2$  [V] とし、 $R_1$ 、 $R_2$  を流れる電流(等しい)を  $I$  [A]、電流を流した時間を  $t$  [s] とし、 $P_1$  [W]、 $P_2$  [W] の電力で  $Q_1$  [J]、 $Q_2$  [J] の熱が発生したとすると、

$$V_1 : V_2 = R_1 : R_2, \quad P_1 : P_2 = V_1 : V_2 = R_1 : R_2$$

$$Q_1 : Q_2 = P_1 t : P_2 t = R_1 : R_2$$

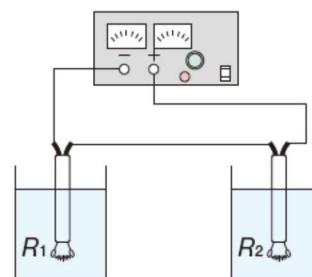
(2) 並列回路と熱量 電熱線を並列につないだ回路では、

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、各電熱線の抵抗の逆数の比に等しい。したがって、各電熱線で消費する電力の比は各電熱線の抵抗の逆数の比に等しく、各電熱線での熱量の比は、各電熱線の抵抗の逆数の比に等しい。抵抗  $R_1$  ( $R_1[\Omega]$ ) と抵抗  $R_2$  ( $R_2[\Omega]$ ) を並列につないだ回路で、 $R_1$ 、 $R_2$  に加わる電圧(等しい)を  $V$  [V] とし、 $R_1$ 、 $R_2$  を流れる電流をそれぞれ  $I_1$  [A]、 $I_2$  [A]、電流を流した時間を  $t$  [s] とし、 $P_1$  [W]、 $P_2$  [W] の電力で  $Q_1$  [J]、 $Q_2$  [J] の熱が発生したとすると、

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2}, \quad P_1 : P_2 = I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2}$$

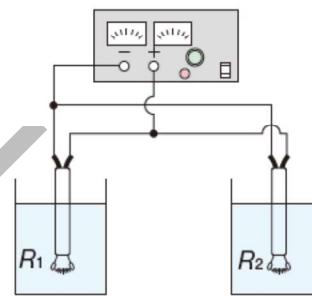
$$Q_1 : Q_2 = P_1 t : P_2 t = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} (= R_2 : R_1)$$

#### 直列回路と熱量



$$\begin{aligned} V_1 &= I R_1, \quad V_2 = I R_2 \\ P_1 &= V_1 I = I R_1 \times I = I^2 R_1 \\ P_2 &= V_2 I = I R_2 \times I = I^2 R_2 \\ Q_1 &= P_1 t = I^2 R_1 t, \quad Q_2 = P_2 t = I^2 R_2 t \\ Q_1 : Q_2 &= I^2 R_1 t : I^2 R_2 t = R_1 : R_2 \end{aligned}$$

#### 並列回路と熱量



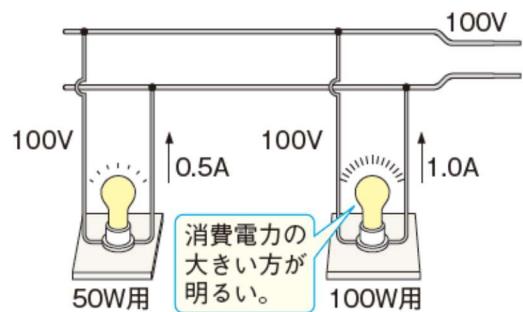
$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{V}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \\ P_1 &= V I_1 = V \times \frac{V}{R_1} = \frac{V^2}{R_1} \\ P_2 &= V I_2 = V \times \frac{V}{R_2} = \frac{V^2}{R_2} \\ Q_1 &= P_1 t = \frac{V^2}{R_1} t, \quad Q_2 = P_2 t = \frac{V^2}{R_2} t \\ Q_1 : Q_2 &= \frac{V^2}{R_1} t : \frac{V^2}{R_2} t = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} \end{aligned}$$

### 4 電気器具の消費電力

#### (1) 家庭の屋内配線と消費電力

- ① 家庭の屋内配線は、並列につながっているため、家庭内で使用するどの電気器具にも通常は 100V の電圧が加わる。
  - ② 家庭内での消費電力は、使用する電気器具すべての消費電力の和になる。
  - ③ 家庭で消費された電力量は、電力量計で測定され、これをもとに電気料金が決まり、各家庭に請求される。
- (2) 電球の明るさと消費電力 同じ大きさの電圧が加わっていれば、消費電力 (W) の大きい方が明るい。

#### 電球の消費電力



全体の消費電力 :  $50[W] + 100[W] = 150[W]$   
10時間点灯すると、電力量は、  
 $150[W] \times 10[h] = 1500[Wh] = 1.5[kWh]$

## 確 認 問 題

**1** 〈電力〉 次の問いに答えなさい。

(1) 図のような扇風機がある。次の問いに答えなさい。

- ① 扇風機をはじめとする電気器具は、光や音、熱を出したり物体を動かしたりすることができる電流の能力を利用したものである。このような電流の能力を何というか。また、この能力の大きさを数値で表したものと何というか。

電流の能力 [ ] 数値で表したもの [ ]

- ② 図の扇風機の電力を、単位をつけて答えなさい。 [ ]
- ③ 図の扇風機に 100V の電圧を加えたとき、何 A の電流が流れるか。 [ ]



(2) 次の問いに答えなさい。

- ① 50V の電圧を加えて 1.6A の電流が流れたときの電力を、単位をつけて答えなさい。 [ ]

- ② ある大きさの電圧を加えて、2.5A の電流が流れたときの電力は 150W である。このとき加えた電圧の大きさは何 V か。 [ ]

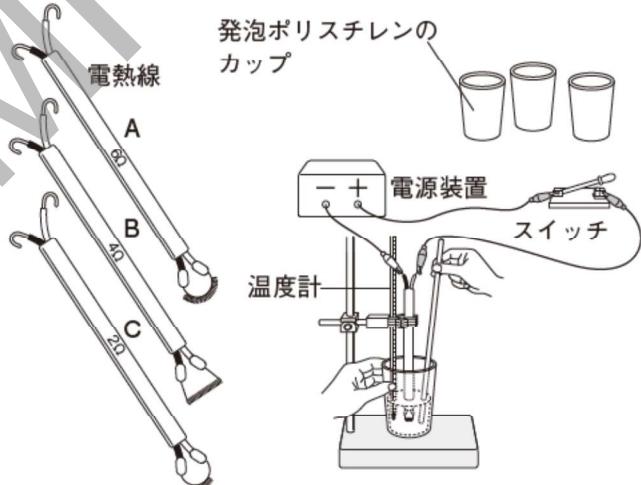
- ③ 60V の電圧を加えたときの電力が 18W のとき、流れた電流の大きさは何 mA か。 [ ]

**2** 〈熱量と電力量〉 次の問いに答えなさい。

(1) 3 つの電熱線 A (6Ω)、B (4Ω)、C (2Ω) がある。図のようにそれぞれを別々に発泡ポリスチレンのカップの中の 20°C の水 100g に入れ、6V の電圧を加えて 5 分間に電流を流し、水の温度の上昇を調べた。次の問いに答えなさい。

- ① 電熱線 A ~ C それぞれで 5 分間に発生した熱量を、単位をつけて答えなさい。

A [ ]  
B [ ]  
C [ ]



- ② 5 分後、水の温度が最も高くなっていたのは、電熱線 A ~ C のどれを用いたときか。 [ ]
- ③ 電熱線 B を用いたとき、5 分後に水の温度は何 °C になっているか。小数第 1 位まで求めなさい。ただし、電熱線から発生した熱量は、すべて水の温度を上げるのに使われ、また、1g の水の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量を 4.2J とする。 [ ]

(2) 次の問いに答えなさい。

- ① 15W の電力を 2 分間使用したときの電力量を、単位をつけて答えなさい。 [ ]
- ② 1000W の電力を 5 時間使用したときの電力量は何 kWh か。 [ ]
- ③ 3 分間使用したときの電力量が 72000J であるとき、電力は何 W か。 [ ]
- ④ 240W の電力を何分間使用すると、電力量が 14400J になるか。 [ ]

**3** 〈回路と熱量〉 電熱線 A、B があり、A の抵抗の値は  $20\Omega$ 、B の抵抗の値は  $30\Omega$  である。この 2 つの電熱線を用いて、図 1、図 2 の回路をつくり、電源の電圧を  $15V$  にして 5 分間電流を流した。

次の問い合わせに答えなさい。

(1) 図 1 の回路を流れる電流は何 A か。 [ ]

(2) 図 1 の回路の電熱線 A、B に加わる電圧はそれぞれ何 V か。

$$A[ ] \quad B[ ]$$

(3) 図 1 の回路の電熱線 A、B で消費される電力はそれぞれ何 W か。

$$A[ ] \quad B[ ]$$

(4) 図 1 の回路の電熱線 A、B で 5 分間に発生する熱量はそれぞれ何 J か。また、電熱線 A、B で発生する熱量の比 (A : B) を最も簡単な整数の比で答えなさい。

$$A[ ] \quad B[ ]$$

$$A : B = [ ]$$

(5) 図 2 の回路の電熱線 A、B を流れる電流はそれぞれ何 A か。

$$A[ ] \quad B[ ]$$

(6) 図 2 の回路の電熱線 A、B で消費される電力はそれぞれ何 W か。

$$A[ ] \quad B[ ]$$

(7) 図 2 の回路の電熱線 A、B で 5 分間に発生する熱量はそれぞれ何 J か。また、電熱線 A、B で発生する熱量の比 (A : B) を最も簡単な整数の比で答えなさい。

$$A[ ] \quad B[ ] \quad A : B = [ ]$$

(8) 図のビーカー⑦～⑨の水の質量はいずれも  $100g$  であり、電熱線に電流を流す前の水の温度はいずれも  $18^\circ\text{C}$  である。電熱線に電流を流して 5 分後の水の温度が高い順に、⑦～⑨を並べなさい。

$$[ ] \quad [ ]$$

**4** 〈電気器具の消費電力〉 図は、ある家庭の電気器具の配線を模式的に示したものである。次の問い合わせに答えなさい。

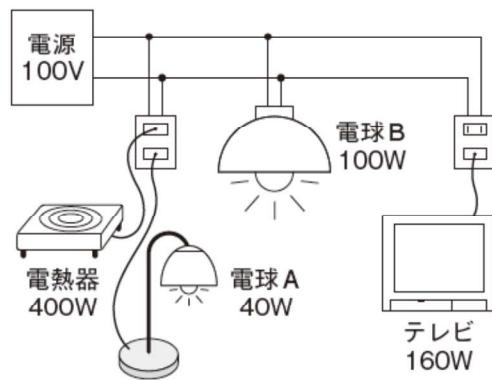
(1) すべての電気器具のスイッチを入れたときの電圧について正しいものを、次のア～ウから選びなさい。

$$[ ] \quad [ ]$$

ア 電熱器に加わる電圧の大きさが最も大きい。

イ 電球 A に加わる電圧の大きさが最も大きい。

ウ どの電気器具に加わる電圧の大きさも同じである。



(2) すべての電気器具のスイッチを入れると、全体で何 W の電力を消費することになるか。

$$[ ] \quad [ ]$$

(3) 電球 A とテレビのスイッチを入れ、この 2 つを同時に 8 時間使用したときの電力量は何 Wh か。

$$[ ] \quad [ ]$$

(4) すべての電気器具のスイッチを入れたとき、流れる電流の大きさが最も大きい器具はどれか。また、その電流の大きさは何 A か。

$$\text{器具} [ ] \quad \text{電流} [ ]$$

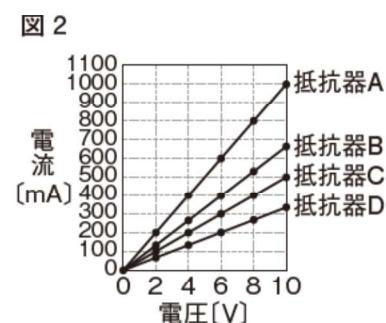
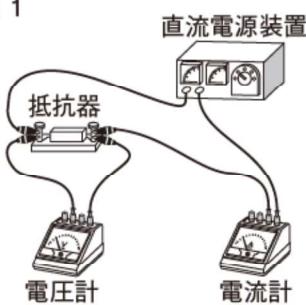
(5) 電球 A、B のスイッチを入れたとき、どちらの電球の明るさの方が明るいか。

$$[ ] \quad [ ]$$

# 練習問題

1 4つの抵抗器 A ~ D それぞれにつ 図 1

いて、図1のような回路をつくり、抵抗器の両端に加える電圧の大きさを0から10Vまで、2Vずつ上げていったときの、抵抗器に流れる電流の大きさを測定した。図2はその結果を表したものである。次の問い合わせに答えなさい。



- (1) 抵抗器 A、C の抵抗の値はそれぞれ何  $\Omega$  か。 A[ ] C[ ]

(2) 図 1 の回路で、抵抗器 A に 6V の電圧を加えたとき、抵抗器 A で消費される電力は何 W か。 [ ]

(3) 図 1 の回路で、抵抗器 C に 10V の電圧を 5 分間加えたとき、抵抗器 C で消費される電力量は何 J か。 [ ]

(4) 抵抗器 B、C、D のうちの ⑦ ① ⑦ ⑪  
2つの抵抗器を用いて、右の ⑦～⑪の 4 種類の回路をつくり、電源装置の電圧を 14V に調節した。

⑦ ① ⑦ ⑪

① ⑦の回路全体で消費される電力は何 W か。 [ ]

② ⑦～⑪を、回路全体で消費される電力が大きいものから順に並べなさい。 [ ]

**2** 抵抗が  $4\Omega$  の電熱線 A と抵抗が  $2\Omega$  の電熱線 B を用いて、次の実験を行つ 図 1

た。あとの問い合わせに答えなさい。

【実験1】 くみ置きした水100gを、熱を伝えにくい容器に入れた。図1のように、回路に接続した電熱線Aを容器の中の水に入れ、電圧計が6Vを示すようにして電流を流し、ガラス棒で静かにかき混ぜながら、2分ごとに10分間、水の温度を測定した。電流を流し始めてからの時間と水の上昇温度との関係は図2のようになった。

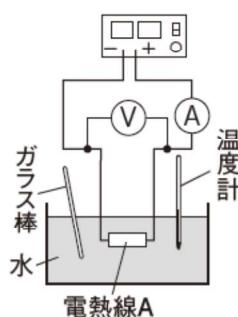
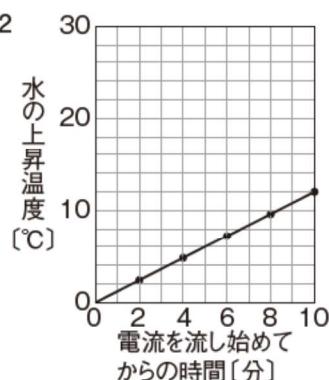
【実験2】 図3のように、電熱線Aと電熱線Bを直列に接続して、実験1と同様の条件で10分間、水の温度を測定した。図2 30

- (1) 実験 1 で、電熱線 A が 10 分間に消費した電力量は何 J か。 [ ]

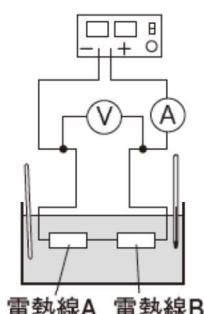
(2) **作図** 実験 1 で、電熱線 A のかわりに電熱線 B を用いて同様の実験を行ったとする。このとき、電流を流し始めてからの時間と水の上昇温度との関係を表すグラフを図 2 にかけなさい。

(3) 実験 2 で、回路全体が消費する電力は何 W か。

(4) 実験 2 で、10 分後の水の上昇温度は何 ℃ か。



3



**3** 電流による電熱線の発熱を調べるために、次のような実験を行った。

あとどの問い合わせに答えなさい。ただし、1gの水の温度を1°C上げるのに必要な熱量は4.2Jとし、電熱線から発生した熱は、すべて水の温度上昇に使われるものとする。

**【実験1】** 室温とほぼ同じ温度の水100gを入れた発泡ポリスチレンのカップと電熱線aを用いて図1のような回路をつくり、開始前の水温を測定した。続いて、電圧計の目盛りが6.0Vになるように電源装置を調節して、ガラス棒でときどき水をかき混ぜながら5分間電流を流したあと、水温を測定した。

**【実験2】** 電熱線aのかわりに、電熱線b、c、dを用いて、実験1と同様の操作を行った。

図2

実験1と実験2の結果は、次の表のようになつた。

電熱線	a	b	c	d
開始前の水温[°C]	18.0	18.0	18.0	18.0
5分後の水温[°C]	24.4	28.7	22.3	30.9

(1) 実験1で、水が5分間に得た熱量は何Jか。

[ ]

(2) 実験1で、電熱線aを流れる電流は何Aか。小数第2位を四捨五入して小数第1位まで求めなさい。

[ ]

(3) 表中のa～dのうち、消費された電力が最も小さい電熱線はどれか。

[ ]

(4) **記述** 図1の電熱線の部分を、電熱線aとbを直列につないだものにかえた場合(図2)と、電熱線aとbを並列につないだものにかえた場合(図3)で実験1と同様の操作を行つたとする。直列と並列では、どちらの方が水の上昇温度が大きくなるか。理由をつけて答えなさい。ただし、「全体の抵抗」、「電流」、「電力」という3つの語を用いること。

[ ]

☞ もっと計算してみよう！P.135 計算アシスト！

**4** ある家庭で使われている60W形、40W形電球に、それぞれ100Vの電圧

を加え、流れる電流の大きさを測定したところ、右の表のようになつた。次の問い合わせに答えなさい。

	60W形電球	40W形電球
	0.6A	0.4A

(1) 40W形電球の抵抗の値は何Ωか。

[ ]

図1

図2

(2) ある家庭では、60W形電球2個と40W形電球が4個の合計6個の電球が使われている。次の問い合わせに答えなさい。

① この家庭で、6個の電球をすべて同時につけ、10時間つけっぱなしのとき、10時間で電球が消費した電力量は何kWhになるか。

[ ]

② この家庭で、60W形電球2個を、図1のような表示のある60W相当のLED電球2個に、40W形電球4個を図2のような表示のある40W相当のLED電球4個にそれぞれとりかえる。このとき、LED電球6個の消費電力は、とりかえる前の電球6個の消費電力と比べて、何%の節電になるか。ただし、LED電球は、とりかえる前の電球と同じ条件で使用し、表示通りの電力が消費されるものとする。

[ ]

図1

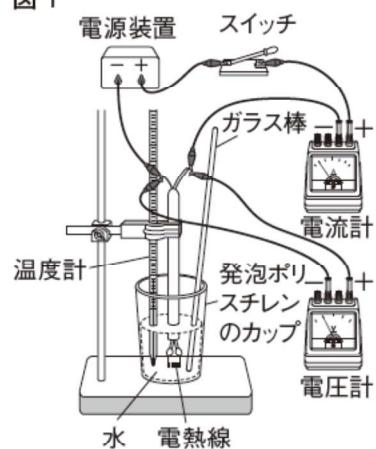


図3

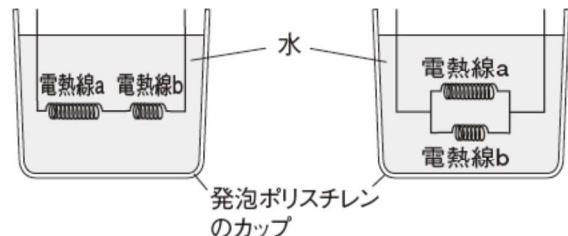


図1

電源装置

スイッチ

ガラス棒

-

+

電流計

-

+

電圧計

-

+

水

電熱線

温度計

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

弊社サンプルをご覧いただき、  
ありがとうございました。



# 紙面サンプルは ここまでです！

Bunri Teachers' Site へのご登録で、  
全ページ見本<sup>\*</sup>と目次をご覧いただけます。

※一部教材を除く

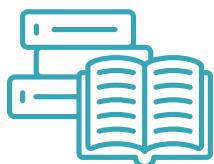
会員登録はこちら



Bunri Teachers' Site とは？

株式会社文理が運営する、塾・学校の先生方のための情報サイトです。

文理の教材紹介



デジタルサービスや  
テストのお申込み



教育情報の発信



オンラインセミナー  
のお知らせ

