

1 電流と発熱

(1) **金属線と発熱** 豆電球のフィラメント(タングステンという金属)に電流を流すと、とても高温になって光を出す。電熱線(ニクロムという金属)は高温になっても燃えず、安定している。

(2) **電熱線の発熱と水の温度上しよう**

電熱線の水の中に入れて電流を流すと、電熱線が発熱し、水の温度が上しようする。

① 電流を流す時間と上しよう温度

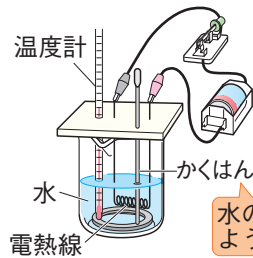
電流の大きさが一定のとき、水の上しよう温度は、電流を流した時間に比例して大きくなる。

② 電流の大きさと上しよう温度

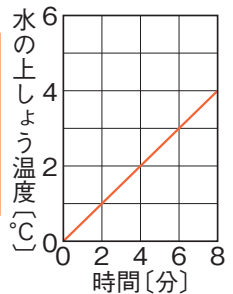
電流を流す時間が一定のとき、電流の大きさが大きいほど電熱線の発熱量は大きくなり、水の上しよう温度も大きくなる。

▼ 1 電熱線の発熱と水の温度上しよう

● 電流を流す時間と上しよう温度

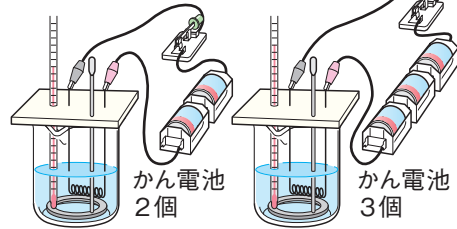


| 時間 [分] | 水の温度 [°C] | 上しよう温度 [°C] |
|--------|-----------|-------------|
| 0 | 20.0 | 0 |
| 2 | 21.0 | 1.0 |
| 4 | 22.0 | 2.0 |
| 6 | 23.0 | 3.0 |
| 8 | 24.0 | 4.0 |



水の温度が一定になるようにかき混ぜる。

● 電流の大きさと上しよう温度



電流を2分間流したときの結果

| かん電池の数 [個] | 1 | 2 | 3 |
|-------------|-----|-----|-----|
| 上しよう温度 [°C] | 1.0 | 4.0 | 9.0 |

★電流と発熱量 直列につなぐかん電池の数を2個、3個、...と増やすと、電熱線に流れる電流の大きさは2倍、3倍、...となり、電熱線の発熱量は4倍、9倍、...となる。

2 電熱線のつなぎ方や長さ・太さ(断面積)と発熱量

(1) **電熱線の直列つなぎ** 同じ電熱線を2本、

3本、...と直列につなぐと、回路に流れる電流の大きさは $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、...となり、全体の発熱量は $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、...となる。

(2) **電熱線の並列つなぎ** 同じ電熱線を2本、

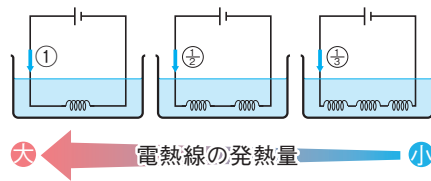
3本、...と並列につなぐと、回路全体に流れる電流の大きさは2倍、3倍、...となり、全体の発熱量は2倍、3倍、...となる。

(3) **電熱線の長さ**と発熱量 電熱線の太さが同じとき、電熱線の長さを2倍、3倍、...にすると、発熱量は $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、...となる。

(4) **電熱線の太さ**と発熱量 電熱線の長さが同じとき、電熱線の太さを2倍、3倍、...にすると、発熱量は2倍、3倍、...となる。

▼ 2 電熱線のつなぎ方と上しよう温度

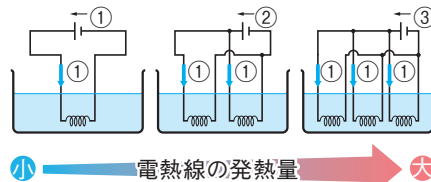
● 電熱線の直列つなぎ



3分間電流を流した

| 電熱線の 本数 [本] | 上しよう 温度 [°C] |
|----------------|-----------------|
| 1 | 6 |
| 2 | 3 |
| 3 | 2 |

● 電熱線の並列つなぎ

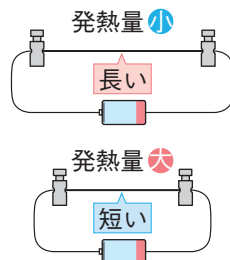


3分間電流を流した

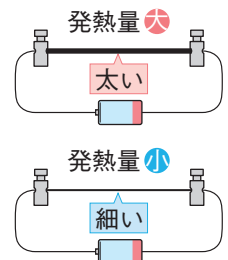
| 電熱線の 本数 [本] | 上しよう 温度 [°C] |
|----------------|-----------------|
| 1 | 6 |
| 2 | 12 |
| 3 | 18 |

▼ 3 電熱線の長さ・太さと発熱量

● 電熱線の長さと発熱量
※電熱線の太さは同じ。

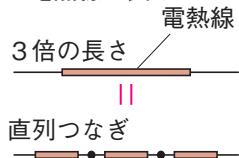


● 電熱線の太さと発熱量
※電熱線の長さは同じ。

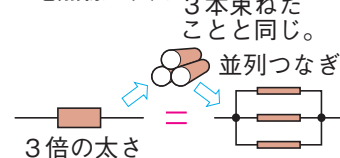


▼ 4 電熱線の長さ

● 電熱線の長さ



● 電熱線の太さ



3 電気をつくる・たくわえる

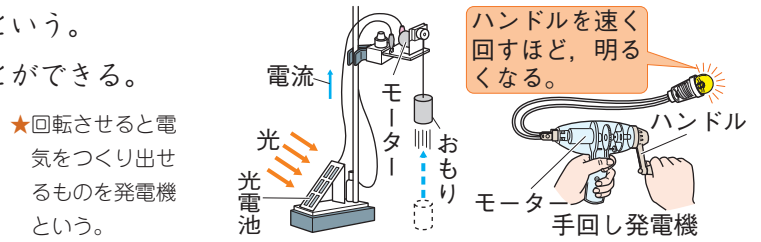
(1) **電気をつくる** 電気をつくることを発電という。

- ① **光電池** 光を当てると、電気をつくるができる。
- ② **手回し発電機** ハンドルを回し、内部のモーターを回転させて発電する。
○ハンドルを速く回すほど、大きな電流が流れる。

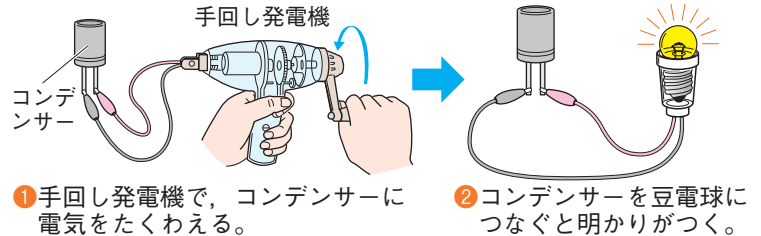
(2) **電気をたくわえる** 電気をたくわえることをちく電(じゅう電)という。

- コンデンサーには、電気をたくわえるはたらきがある。たくわえた電気は使うことができる。

▼ 5 電気をつくる装置



▼ 6 手回し発電機でコンデンサーに電気をたくわえる

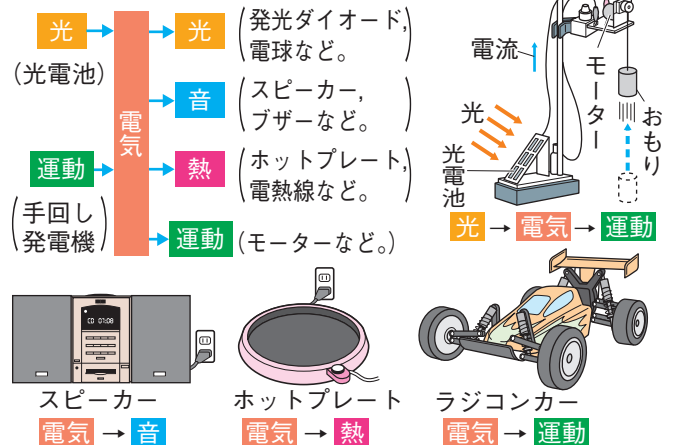


4 電気の移り変わりとその利用

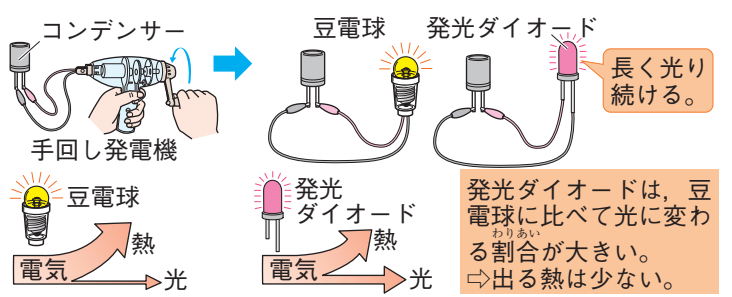
- (1) **電気の移り変わり** 電球では「電気→光」、モーターでは「電気→運動」と変わる。
- (2) **光電池と豆電球** 光電池で「光→電気」⇒豆電球で「電気→光」と変わる。
- (3) **手回し発電機とモーター** 手回し発電機で「運動→電気」⇒モーターで「電気→運動」と変わる。
- (4) **電気の効率のよい利用** 同じ量の電気をたくわえたコンデンサーを、豆電球と発光ダイオードにそれぞれつなぐと、発光ダイオードのほうが電気を効率よく光に変えることができるため、長く光り続ける。

- (5) **発光ダイオードの利用** 発光ダイオードは、電気を効率よく光に変えられ、長持ちすることから、信号機や電光けい示板、自転車のランプなど、広く利用されている。

▼ 7 電気の移り変わりとその利用



▼ 8 豆電球と発光ダイオード



5 いろいろな発電方法 ★タービン 水車のような装置で、水や水蒸気を当てると回転する。発電機と連結されている。

- (1) **水力発電** ダムにためた水の力で、発電機に連結した水車を回転させて発電する。
- (2) **火力発電** 化石燃料(石油・石炭など)を燃やして高温の水蒸気(すいじょうき)をつくり、水蒸気(すいじょうき)の力で発電機のタービンを回転させて発電する。
- (3) **原子力発電** かく燃料を使って高温の水蒸気をつくり、水蒸気(すいじょうき)の力で発電機のタービンを回転させて発電する。
- (4) **風力発電** 風(かぜ)の力で風車を回転させ、その回転で発電機に連結した風車を回転させて発電する。
- (5) **地熱発電** 地球内部の熱(あつ)によって高温の水蒸気をつくり、水蒸気(すいじょうき)の力で発電機のタービンを回転させて発電する。

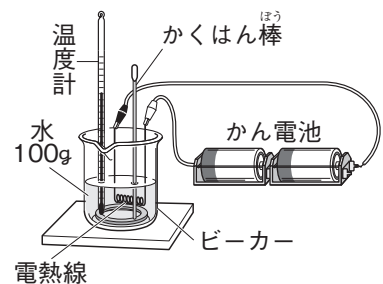
確認問題

1 電流と発熱の確認 次の問いに答えなさい。

- (1) 豆電球のフィラメントに電流を流すと、フィラメントはどのようになりますか。 ()
ア 光だけを出す。 イ 光と熱を出す。 ウ 熱だけを出す。
- (2) 水の中に電熱線を入れ、電熱線に電流を流すと、水の温度が上しょうします。電熱線に流す電流を大きくすると、水の上しょう温度はどのようになりますか。 ()
ア 大きくなる。 イ 小さくなる。 ウ 変わらない。
- (3) 水の中に電熱線を入れ、電流の大きさを一定にして電熱線に流したとき、水の上しょう温度が大きくなるのは、電流を流す時間を長くしたときですか、短くしたときですか。 ()
- (4) 同じ電池につなぐ電熱線の長さを長くするほど、発熱量はどのようになりますか。 ()
ア 大きくなる。 イ 小さくなる。 ウ 変わらない。
- (5) 同じ電池に同じ電熱線を2個、3個、…と並列につないでいくと、1個あたりの電熱線の発熱量はどのようになりますか。 ()
ア 大きくなる。 イ 小さくなる。 ウ 変わらない。

2 電流と発熱 図のように、水100gが入ったビーカーに電熱線を入れ、電流を流しました。表は、このときの電流を流した時間と水の温度、水の上しょう温度を表したものです。あとの問いに答えなさい。

| | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|---|------|
| 電流を流した時間[分] | 0 | 5 | 10 | 15 | … | ㉞ |
| 水の温度[°C] | 15.0 | 23.0 | 31.0 | ㉟ | … | 63.0 |
| 水の上しょう温度[°C] | ㉡ | ㉢ | 16.0 | 24.0 | … | ㉣ |



- (1) 表から、水の温度は5分ごとに何°Cずつ上しょうしていますか。 ()
- (2) (1)より、水の温度は1分ごとに何°Cずつ上しょうしていることになりますか。 ()
- (3) 表中の㉡、㉢にあてはまる数値をそれぞれ答えなさい。 ㉡() ㉢()
- (4) 表中の㉟にあてはまる数値を答えなさい。 ()
- (5) 25分後、水の温度は何°Cになっていると考えられますか。 ()
- (6) 表中の㉣、㉞にあてはまる数値をそれぞれ答えなさい。 ㉣() ㉞()

3 電流を流す時間と水の上しょう温度 図1のように、15.0°Cの水100gが入ったビーカーに電熱線を入れてスイッチを入れました。このとき、スイッチを入れてからの時間と水の上しょう温度の関係をグラフに表すと、図2のようになりました。次の問いに答えなさい。

図1

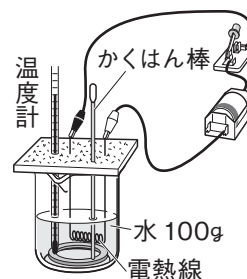
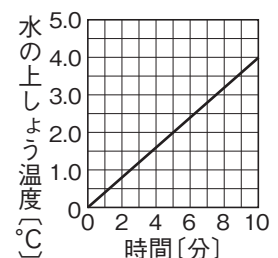


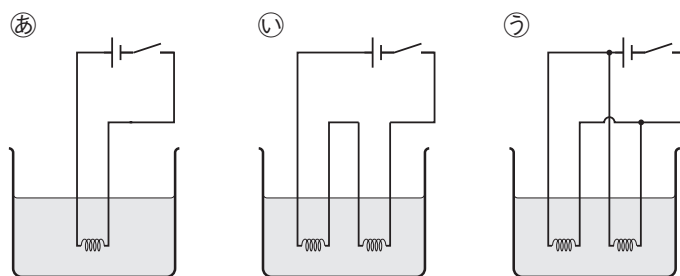
図2



- (1) スイッチを入れてから5分後に、水は何°C上しょうしましたか。 ()
- (2) スイッチを入れてから5分後に、水の温度は何°Cになりましたか。 ()
- (3) 電流を流した時間と水の上しょう温度には、どのような関係がありますか。 ()
- (4) スイッチを入れてから20分後の水の温度は、何°Cになりますか。 ()

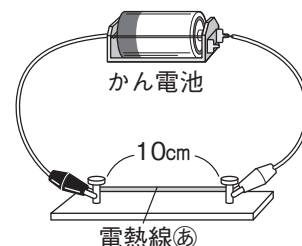
4 電熱線のつなぎ方と上しょう温度 図のあ

～⑦のように、かん電池1個と電熱線をつないで、10分後の水の上しょう温度を調べました。次の問いに答えなさい。ただし、電熱線の長さや太さ、水の量、スイッチを入れる前の水の温度はどれも同じものとします。



- (1) 図のあ～⑦で、10分後の水の上しょう温度がもっとも小さかったものはどれですか。 ()
- (2) 図のあ～⑦で、10分後の水の上しょう温度がもっとも大きかったものはどれですか。 ()

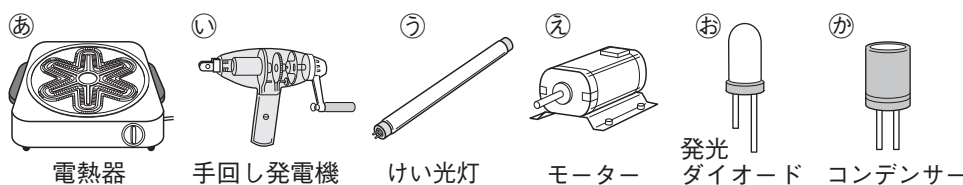
5 電熱線の長さ・太さと発熱量 図のように、断面積0.03mm²、長さ10cmの電熱線あ



- (1) 断面積0.12mm²、長さ10cmの電熱線いにかえてかん電池につなぎました。電熱線いの1分間の発熱量は、電熱線あと比べてどのようになりますか。
ア 大きくなる。 イ 小さくなる。 ウ 変わらない。 ()
- (2) 断面積0.03mm²、長さ30cmの電熱線うにかえてかん電池につなぎました。電熱線うでの発熱量は、電熱線あをどのようにつないだときの全体の発熱量と同じですか。 ()
ア 2本の直列つなぎ イ 2本の並列つなぎ ウ 3本の直列つなぎ エ 3本の並列つなぎ

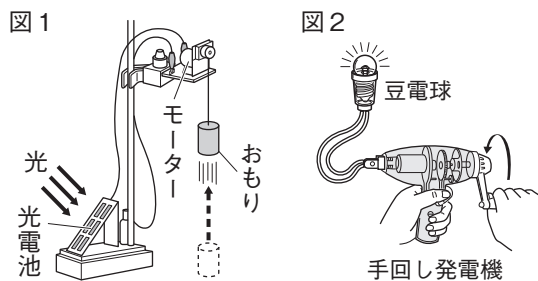
6 いろいろな電気器具

図のあ～かの電気器具について、次の問いに答えなさい。



- (1) 電気をつくる器具はどれですか。 ()
- (2) 電気をたくわえることができる器具はどれですか。 ()
- (3) 電気を運動に変えて利用する器具はどれですか。 ()
- (4) 電気を熱に変えて利用する器具はどれですか。 ()

7 電気の移り変わり 図1、2のように、光電池や手回し発電機でおもりを持ち上げたり、豆電球に明かりをつけたりしました。次の問いに答えなさい。



- (1) 図1、2で、電気はどのように移り変わっていますか。次の()の①～④にあてはまるものを、あとのア～オからそれぞれ選びなさい。ただし、同じ記号を何度使ってもよいものとします。

| | |
|--------------------|--------------------|
| 図1 | 図2 |
| (①) → 電気 → (②) | (③) → 電気 → (④) |

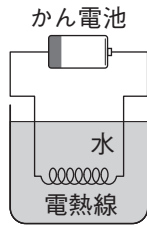
ア 光 イ 熱 ウ 運動 エ 電気 オ 音

- (2) 図2で、手回し発電機のハンドルを速く回転させると、豆電球の明かりはどのようになりますか。
ア 明るくなる。 イ 暗くなる。 ウ 変わらない。 ()

練習問題

まとめ 1 電流による発熱
①②

図のように、20℃の水が入った水そうの中に電熱線を入れて、水をあ



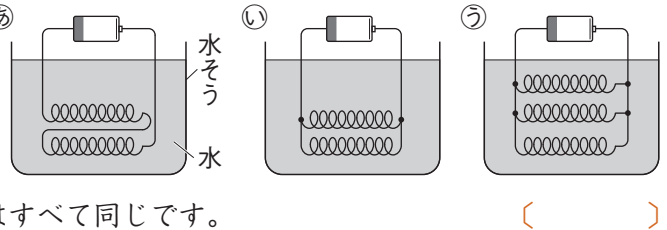
| 水の量 [g] | かん電池の数 [個] | 30℃になるまでにかかった時間 [分] | 40℃になるまでにかかった時間 [分] | 50℃になるまでにかかった時間 [分] |
|---------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 400 | 1 | 2 | 4 | ① |
| 400 | 2 (直列つなぎ) | 0.5 | 1 | 1.5 |
| 200 | 1 | ② | 2 | 3 |

たためました。水の量、かん電池の数を変えて、それぞれの水の温度が30℃、40℃、50℃になるまでにかかった時間を測定し、その結果を表にまとめました。次の問いに答えなさい。ただし、電熱線で発生した熱はすべて水をあたためるために使われるものとします。

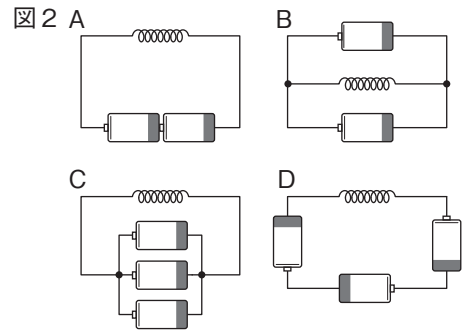
- 表中の②、①にあてはまる数値をそれぞれ答えなさい。 ②() ①()
- かん電池を2個直列につなぐと、同じ時間の発熱量は何倍になると考えられますか。()
- かん電池1個で、20℃の水1000gを30℃にするのに何分かかりますか。()

まとめ 2 電熱線のつなぎ方と発熱 次の問いに答えなさい。
①②

(1) 同じかん電池、電熱線を使って、図 ①の②～④のような回路をつくり、20℃の水の温度の変化を調べました。30℃になるのがもっとも早かったものはどれですか。ただし、水そうの中の水の量はすべて同じです。



(2) 同じかん電池2個または3個と電熱線1本を使って、図2のA～Dのような回路をつくりました。



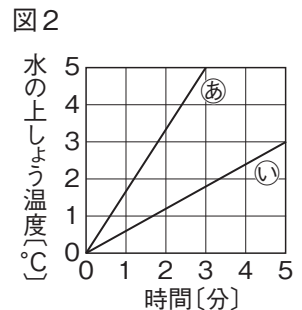
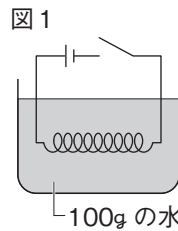
① A～Dの電熱線のうち、発熱量がかん電池を1個、電熱線を1本つないだときの電熱線の発熱量よりも多いのはどれですか。すべて選びなさい。()

② 次の㉔、㉕について、正しく述べているものは○で、まちがって述べているものは×で答えなさい。

- 電熱線とつなぐかん電池の数が多くなると、必ず発熱量も大きくなる。()
- 電熱線を通る電流が大きくなると、必ず発熱量も大きくなる。()

こと 3 異なる電熱線のつなぎ方と発熱
①②

100gの水が入った水そうに、2種類の電熱線⑥、⑦を図1のように、それぞれ入れて電流を流し、水の上しよ温度を調べました。図2は、そのときの電熱線⑥、⑦に電流を流した時間と水の上しよ温度の関係を表したグラフです。次の問いに答えなさい。



- 電熱線⑥、⑦を並列につないで、200gの水の中に入れて15分間電流を流しました。水の温度は何℃上しよしましたか。()
- 100gの水が入った水そうに、電熱線⑥を2本直列につないだものと、電熱線⑦を2本並列につないだものをそれぞれ入れて15分間電流を流しました。水の温度はそれぞれ何℃上しよしましたか。

⑥() ⑦()

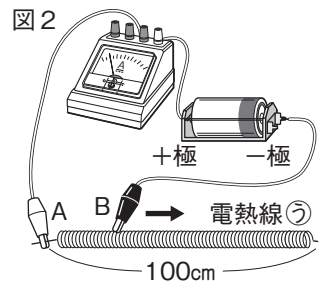
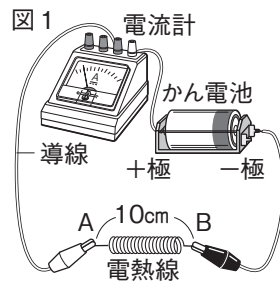
まとめ 4 電熱線の長さ・太さと電流 図1の回路のクリップAとBに、表のような電熱線①～④をつないで実験をしました。次の問いに答えなさい。

(1) 電熱線①と②の両はしをそれぞれクリップにつないだところ、電熱線②のほうが電熱線①よりも電流計の値が大きくなりました。この実験結果からどのようなことがわかりますか。

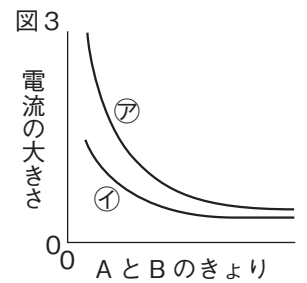
- ア 長い電熱線より短い電熱線のほうが、電流が流れにくい。
- イ 長い電熱線より短い電熱線のほうが、電流が流れやすい。
- ウ 太い電熱線より細い電熱線のほうが、電流が流れにくい。
- エ 太い電熱線より細い電熱線のほうが、電流が流れやすい。

(2) 電熱線③を使って、図2のように電熱線③の一方のはしをクリップAにつなぎ、クリップBをAのすぐ近くでつなぎ、矢印の向きにBをAから少しずつはなしていき、AとBのきょりとそのとき回路に流れる電流の大きさの関係を調べました。図3の①は、このときの結果をグラフに表したものです。①のグラフからどのようなことがわかりますか。(1)のア～エから選びなさい。

文(3) 電熱線④を使って、(2)と同様の実験を行い、AとBのきょりとそのとき回路に流れる電流の大きさの関係を調べました。図3の②は、このときの結果をグラフに表したものです。電熱線④の太さは、電熱線③と比べてどのようになっていると考えられますか。



| 電熱線 | 断面積(mm) | 長さ(cm) |
|-----|---------|--------|
| ① | 0.5 | 10 |
| ② | 2.0 | 10 |
| ③ | 0.5 | 100 |
| ④ | わからない | 100 |



まとめ 5 手回し発電機とコンデンサー 手回し発電機を使って、表のように1秒あたりのハンドルの回転数を変え、10秒間ハンドルを回してコンデンサー①～④に電気をたくわえました。コンデンサー①～④に同じ豆電球をつないで、豆電球の点灯時間を調べました。次の問いに答えなさい。ただし、コンデンサー①～④はどれも完全には電気をたくわえていません。

| コンデンサー | ① | ② | ③ | ④ |
|-------------------|---|---|---|---|
| 1秒あたりのハンドルの回転数[回] | 2 | 4 | 3 | 5 |

- (1) コンデンサー①と②では、どちらのほうがたくさんの電気をたくわえていますか。
- 文(2) コンデンサー①と③に豆電球をそれぞれ同時につなぐと、豆電球の点灯時間はどのようになりますか。簡単に答えなさい。
- (3) 豆電球の点灯時間がもっとも長かったのは、どのコンデンサーにつないだときですか。
- 文(4) コンデンサーにたくさんの電気をたくわえるためには、単位時間あたりのハンドルの回転数をどのようにすればよいですか。簡単に答えなさい。

まとめ 6 発光ダイオード 手回し発電機で2つのコンデンサーに同じように電気をたくわえて、コンデンサーに豆電球と発光ダイオードをそれぞれ同時につなぎました。次の問いに答えなさい。

- (1) 豆電球と発光ダイオードをコンデンサーにつないだままにしておくとうなりましたか。
- ア 豆電球が先に消える。 イ 発光ダイオードが先に消える。 ウ 同時に消える。
- (2) 図は、電気を光、熱に変えるときのようすを模式的に表したものです。図の①、②のうち、発光ダイオードにあてはまるのはどちらですか。ただし、矢印の大きさは、電気や光・熱の量を表しています。



入試対策問題

1 1本の長い電熱線を10cm, 20cm, 40cmの長さに切り, この3本の電熱線を使って実験をしました。次の問いに答えなさい。 (東京成徳大学・改)

(1) 3本の電熱線に電流を流したときの, 電流の流れやすさについて, 正しく説明しているものはどれですか。次のア~オから選び, 記号で答えなさい。 ()

- ア どれも同じ電熱線から切りとったものなので, 電流の流れやすさは同じである。
- イ 10cmの電熱線がもっとも電流が流れやすい。 ウ 20cmの電熱線がもっとも電流が流れやすい。
- エ 40cmの電熱線がもっとも電流が流れやすい。 オ 電流の流れやすさは, 長さでは決まらない。

(2) 図1の㉑~㉔のようにして, 3本の電熱線を同じ量の30°Cの水の中に入れました。また,

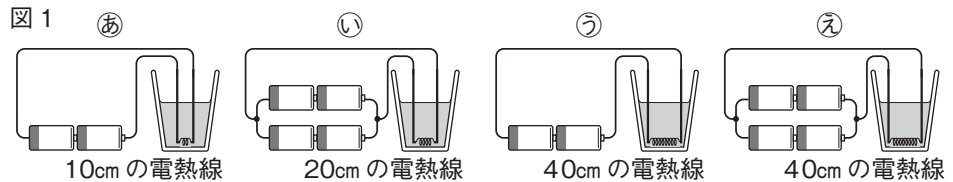
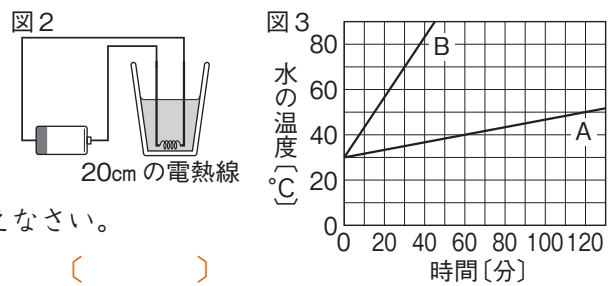


図2のようにして, 20cmの電熱線に電流を流したところ, 電流を流した時間と水の温度の関係は, 図3のAのようなグラフになりました。

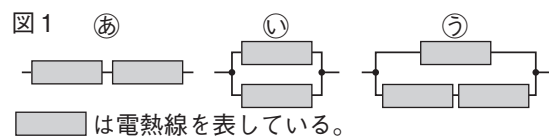


① 図1で, 20分後の水の温度がもっとも高くなるのはどれですか。㉑~㉔から選び, 記号で答えなさい。

()

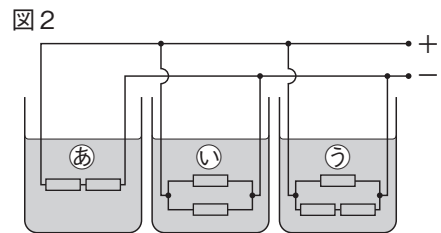
② 図1の㉑の電流を流した時間と水の温度の関係は, 図3のBのようなグラフになりました。㉓ではどのようになると考えられますか。図3にグラフをかきなさい。

2 図1の㉑~㉓のように, 同じ電熱線を組み合わせました。次の問いに答えなさい。 (湘南学園)



(1) 図1の㉑~㉓をかん電池1個とスイッチにそれぞれつないだ回路をつくりました。スイッチを入れたとき, 回路全体に流れる電流の大きさがもっとも大きくなるものはどれですか。㉑~㉓から選び, 記号で答えなさい。 ()

(2) 図1の㉑~㉓を, 図2のようにつなぎ, 同じ温度, 同じ量の水が入ったビーカーに入れ, 2個直列につなげたかん電池につないで電流を流しました。5分後のビーカーの水の温度がもっとも上しようするのはどれですか。図の㉑~㉓から選び, 記号で答えなさい。 ()

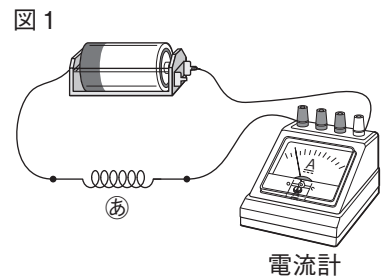


3 火力, 水力, 原子力, 風力, 太陽光, 地熱の各発電について, 次の問いに答えなさい。 (立教女学院)

- (1) 次の①~③のようにして電気をつくる発電方法を, それぞれ何といいますか。
- ① ものが落ちるときの力を利用して電気をつくる。 ()
 - ② 空気が動くときの力を利用して電気をつくる。 ()
 - ③ 地球内部の熱を利用して電気をつくる。 ()
- (2) 火力発電では, 水蒸気すいじょうきの力を電気に変えるためにタービンを回転させ, 発電機を回転させています。発電機を回転させる方法を使わずに発電しているのは, 何発電ですか。 ()

4 太さや長さのちがう電熱線⑥~⑧を使って、いくつかの実験をしました。次の問いに答えなさい。(東邦大付東邦)

(1) 図1で、電熱線⑥に流れる電流の大きさをはかりました。次に、⑥と同じ太さで長さが3倍の電熱線⑦にとりかえて、同じように電流の大きさをはかりました。⑥に流れる電流の大きさは、⑦の何倍でしたか。()



(2) 図2で、電熱線⑥を水に入れて、一定時間電流を流したときの水の上しょう温度をはかりました。次に、⑥と同じ長さで太さのちがう電熱線⑧にとりかえて、同じように水の上しょう温度を調べました。⑧による水の上しょう温度は、⑥の0.25倍でした。⑥の太さ(断面積)は、⑧の何倍ですか。()

図2

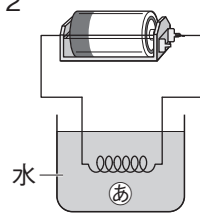
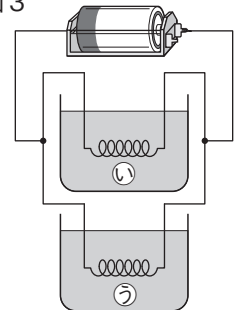


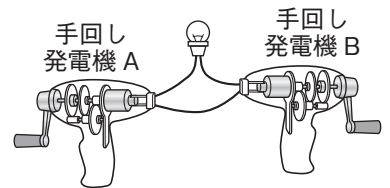
図3



★(3) 図3のように、(1)の電熱線⑦と(2)の電熱線⑧をつないで、同温、同量の水に入れ、一定時間電流を流したときの水の上しょう温度をはかりました。⑦の発熱量と⑧の発熱量の比はどうなりますか。もっとも簡単な整数の比で表しなさい。⑦ : ⑧ = ()

5 図1のような装置をつくり、次の実験を行いました。あとの問いに答えなさい。(麻布・改)

図1

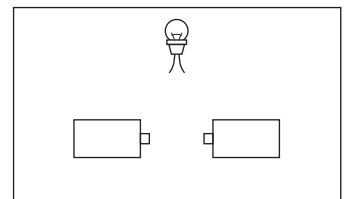


(実験1) 手回し発電機Aだけを回転させたところ、手回し発電機Bは勝手にAよりもおそく回転しはじめ、豆電球は暗く光った。
(実験2) 実験1に続いて、Aを回転させたまま、Bが勝手に回転している向きに、Aと同じ速さで回転させたところ、豆電球が完全に消えた。

以上の実験から、回転している発電機は、手で回転させていても、電流によって回転していても、いずれの場合でも回転の速さに応じて強くなる電池のはたらきをしていると考えてよい。

図(1) 実験2のように、2つの発電機を同じ速さで回転させているとき、発電機を両方とも電池に置きかえたと考え、どのように接続していることになりますか。図2にかきなさい。

図2



(2) 実験1に続いて実験2を行ったとき、回路に流れる電流の大きさと手回し発電機Bの電池としてはたらきは、それぞれどのように変化したと考えられますか。次からそれぞれ選びなさい。電流() 発電機B()
ア 大きくなった。 イ 小さくなった。 ウ 変わらなかった。

文(3) 実験1に続いて、Aを回転させたまま、Bを回転させないように手で止めたとする、豆電球の明るさはどのようになりますか。下線部を参考に、理由もふくめて簡単に答えなさい。()

(4) 実験2で次の操作を行ったとき、豆電球がいちばん明るく光るものはどれですか。()

- ア Aを速く回転させ、Bを手で止める。
- イ Aをゆっくりと回転させ、Bが回転を始めた向きに、Bをゆっくり回転させる。
- ウ Aを手で止めた状態で、Bをゆっくり回転させる。
- エ Aを速く回転させ、Bが回転を始めた向きに、Bを速く回転させる。
- オ Aを速く回転させ、Bが回転を始めた向きと逆向きに、Bを速く回転させる。