

3

電流と電圧



●熊本● 次の各問いに答えなさい。

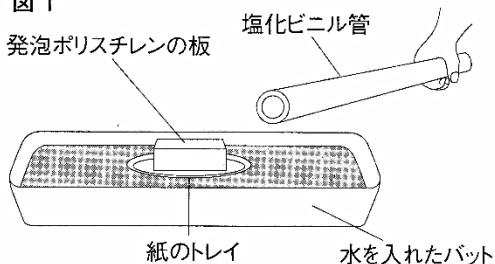
静電気に興味を持った優子は、インターネットで次の二つのことを知り、実験をした。

- ・ アクリル管を発泡ポリスチレンでこすると、アクリル管は^{プラス}の電気を帯びる。
- ・ 塩化ビニル管を発泡ポリスチレンでこすると、塩化ビニル管は^{マイナス}の電気を帯びる。

(1) 電気を通しにくい異なる物質をこすり合わせると、それぞれの物質は静電気を帯びる。これは、が一方の物質から、他方の物質に移動したためである。に
適当なことばを入れなさい。

(2) 水に浮かべた紙のトレイに、アクリル管をこすった発泡ポリスチレンの板をおいた。その後、すぐに別の発泡ポリスチレンで強くこすった塩化ビニル管を図1のように横から発泡ポリスチレンの板に近づけると、トレイはどうか。適当なものをア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

図1



ア トレイは、塩化ビニル管から遠ざかる。

イ トレイは、塩化ビニル管に近づく。

ウ トレイは、近づいたり遠ざかったりする。

エ トレイは、動かない。

次に、0.5 g のポリエチレンのひもの一端をしばって細かくきき、ティッシュペーパーで強くこすって、そのひものを空中に投げ上げた。その後すぐに、発泡ポリスチレンの板でこすった塩化ビニル管を、図2のようにひもの真下から近づけると、ひものが広がった状態で空中に静止した。

図2

ポリエチレンのひも



(3) ひものが空中に静止しているとき、ひものが塩化ビニル管から受ける力の大きさは何Nか。100 g の物体にはたらく重力を1 N として求めなさい。

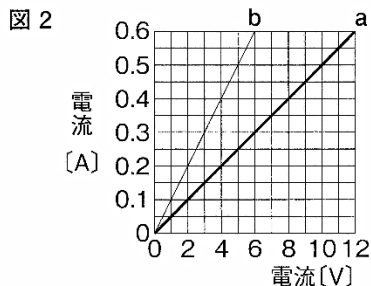
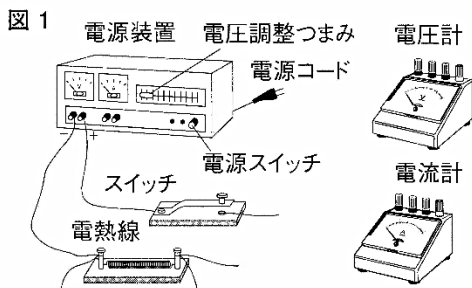
N

(4) 下線部について、ひものが広がった理由を書きなさい。

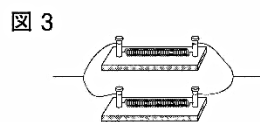
●島根●頻電流と電圧の関係について調べるために、次の実験1を行った。これについて、あとの問いに答えなさい。

実験1

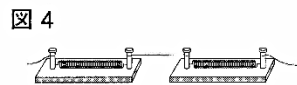
操作1 電熱線とスイッチを電源装置につなぎ、電熱線の両端に加わる電圧の大きさと流れる電流の強さを測定した。図1はその回路の一部を示したものであり、図2の直線aはその結果をグラフに表したものである。



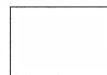
操作2 図1の電熱線ははずし、図3のように、操作1と同じ電熱線を二つ並列に接続して、図1の回路にとりつけ、全体に加わる電圧の大きさと流れる電流の強さを測定した。図2の直線bはその結果を表したものである。



操作3 操作2でとりつけた電熱線ははずし、図4のように、操作1と同じ電熱線を二つ直列に接続して、図1の回路にとりつけ、操作2と同様の測定を行った。



(1) 実験1を行うときに注意することとして最も適当なものを、次のア～エから1つ選んで記号で答えなさい。



ア 電源装置から電流が流れ出ていることを確かめるには、電流計を直接、電源装置につないで、針がふれることによって確かめる。

イ 電源装置を使うときは、すぐに実験ができるように、電圧調整つまみを0よりも大きい値に合わせ、電源スイッチが入っていることを確かめてから、電源コードをコンセントにつなぐ。

ウ 電流計の端子が、5 A、500 mA、50 mA と三つあるときは、弱い電流でも測定できるように、まず50 mAの端子を選ぶ。

エ 電圧計の端子が、300 V、15 V、3 V と三つあるときは、電圧計がこわれないように、まず300 Vの端子を選ぶ。

(2) 操作2における全体の抵抗の値は、操作1の抵抗の値の何倍になるか。



図2のグラフを参考にして答えなさい。

(3) 操作3における、電圧の大きさと電流の強さの関係を表すグラフを図2にかきなさい。

図5

(4) 図5は、図1の回路を電気用図記号を用いてかいたものである。図5の「・」に電圧計と電流計を正しくつないだ回路図を、完成させなさい。ただし、電圧計と電流計は電気用図記号を用いることとする。



4

電流の利用

● 栃木 ● 頻出 電流と磁界との関係調べるために、コイル、電源装置、方位磁針、U字形磁石、棒磁石、検流計を用いて、次の実験①、②、③を順に行った。このことについて、あとの問いに答えなさい。

- ① 図1のように、コイルを辺ABが南北の方向になるようにつるし、辺ABの真下に方位磁針を置いた。コイルに電流を流さないとき、方位磁針のN極は北をさしていたが、図1の矢印(⇔)の向きに電流を流したところ、方位磁針の針が振れ、N極がある向きをさして静止した。
- ② 方位磁針を取りのぞいた後、図2のようにU字形磁石をS極を上にして置いた。コイルに電流を流したところ、辺ABはU字形磁石のつくる磁界から矢印(→)の向きに力を受けた。
- ③ コイルをスタンドから取りはずし、図3のようにコイルを検流計につないでから、N極を下にした棒磁石をコイルに近づけていくと、検流計の針が一側^{マイナス}に振れた。

図1

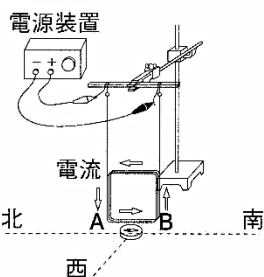


図2

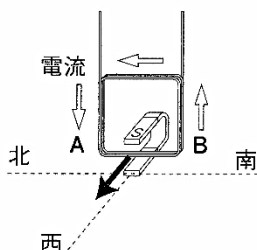
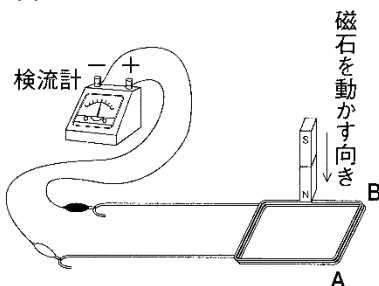
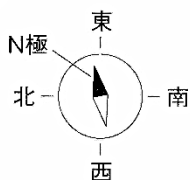


図3

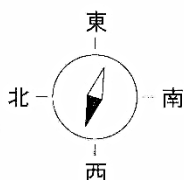


- (1) 実験①で、電流が流れているとき、方位磁針を上から見たところ、針はアからエのいずれかの状態で静止していた。このときの方位磁針の状態はどれか。

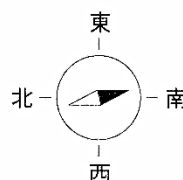
ア



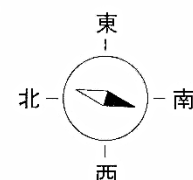
イ



ウ



エ



- (2) 実験②で、図4のようにU字形磁石を、N極が西側になるように置きかえて電流を流したとする。このとき、U字形磁石のつくる磁界から、辺ABが受ける力の向きはどれか。

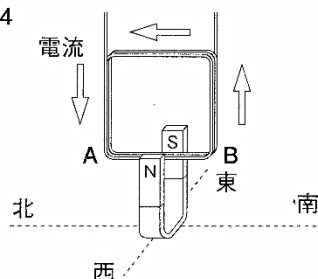
ア 東

イ 西

ウ 上

エ 下

図4



- (3) 実験③と同じ装置を用いて、次のアからオの操作を行うとすると、検流計の針が+側に振れるものはどれか。すべて選び、記号で書きなさい。

ア	イ	ウ	エ	オ
S極を下にした棒磁石からコイルを遠ざける	S極を下にした棒磁石をコイルに近づける	N極を下にした棒磁石をコイルの真上から横にずらす	棒磁石のS極をコイルの中で静止させたままにする	棒磁石のN極をコイルの中で静止させたままにする

2 ●富山● 図1のような装置をつくり、電流による発熱について調べた。この実験装置に用いた電熱線1, 2はそれぞれ6 V-9 W, 6 V-6 Wの電熱線である。電源装置の電圧を6 Vにして、以下の実験を行った。あとの問いに答えなさい。

<実験1>

- ① はじめに S_1 を5分間入れた。
- ② 次に、 S_1 を入れたままで、さらに S_2 を5分間入れた。

<実験2>

- ① はじめに S_2 を5分間入れた。
- ② 次に、 S_2 を入れたままで、さらに S_1 を5分間入れた。

いずれの実験でも、ときどきガラス棒で水をかき混ぜながら、電流を流した時間[分]と上昇した水温[°C]の関係を調べた。図2は、<実験1>の結果をグラフにしたものである。電熱線で発生した熱はすべて水の温度上昇に使われたものとする。

- (1) 下線部の操作によって、水温をより正しく測定することができる。その理由を書きなさい。

- (2) <実験1>で①のときには、電熱線1に1.5 Aの電流が流れていた。電熱線1の電気抵抗は何 Ω か、求めなさい。

Ω

- (3) <実験1>で②のときに、図1のX, Y, Zを流れる電流の大きさを、それぞれ I_X , I_Y , I_Z とする。 I_Z を、 I_X , I_Y を用いた式で表しなさい。

- (4) <実験2>の結果をグラフにするとどのようなになるか、図2にかきなさい。

図1

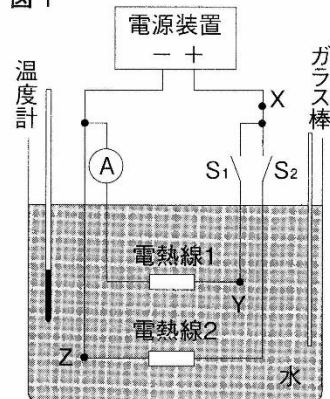
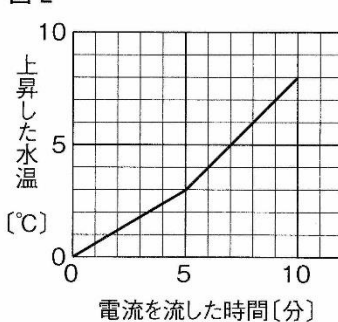


図2



4

電流の利用

1

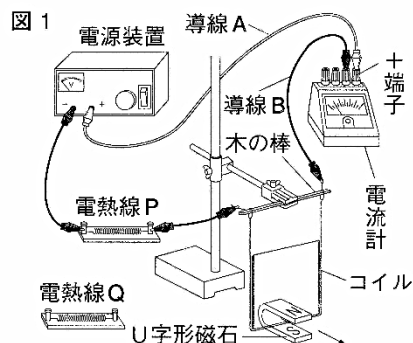
●福岡●頻舞さんは、図1のような装置を用いて、電流が磁界の中で受ける力を調べる実験を行った。下の□内は、その手順と結果の一部を示したものであり、図2は実験中の電流計の一部を表している。あとの問いに答えなさい。ただし、電熱線以外の抵抗は考えないものとし、実験中の電源装置の電圧は6Vとしている。

【手順】（導線Aは、常に図1のようにつないでいる。）

- ① 図1のように電熱線Pをつなぎ、導線Bを電流計の5Aの端子につなぐ。次に、電源装置のスイッチを入れてコイルの振れの大きさと向きを調べる。
- ② つなぐ電熱線を電熱線Pより大きな抵抗の電熱線Qにとりかえ、導線Bを電流計の500mAの端子につなぐ。次に、電源装置のスイッチを入れてコイルの振れの大きさと向きを調べる。

【結果】

手順①と手順②では、コイルが図1の矢印の向きに振れた。

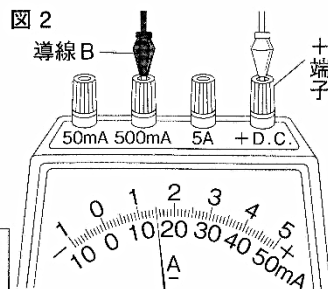


- (1) 流れる電流の大きさが予想できないときは、まず、電流計の最大の端子である5Aの端子につなぐ。このように電流計の最大の端子につなぐ理由を、簡潔に書きなさい。

- (2) 手順②では、電流計の針は図2のように示した。このときのコイルに流れている電流は何mAか。

mA

- (3) コイルの振れの向きを、図1の矢印の向きと逆にする方法を1つ、簡潔に書きなさい。



- (4) 下の□内は、舞さんが実験後にまとめたレポートの一部である。（ア）には①か②のどちらかを、（イ）には適切な語句を入れなさい。

ア		イ	
---	--	---	--

手順①、②のコイルの振れの大きさを比べると、手順（ア）の方が大きくなった。このことから、（イ）を大きくすると、コイルが磁界から受ける力は大きくなる。

実験① 次の図1のような装置を用いて、電熱線Pに電流を流したときの、水の上昇温度を調べる実験をした。まず、発泡ポリスチレンのカップの中に、70 gの水を入れ、室温と同じになるまで放置しておいた。次に、スイッチを閉じて、電熱線Pに2.0 Vの電圧を加え、水をときどきかき混ぜながら、電流を5分間流し、電流の強さと水温を測定した。電熱線Pに加える電圧を4.0 V、6.0 Vに変え、同じように実験をした。次の表1は、実験の結果をまとめたものである。

図1

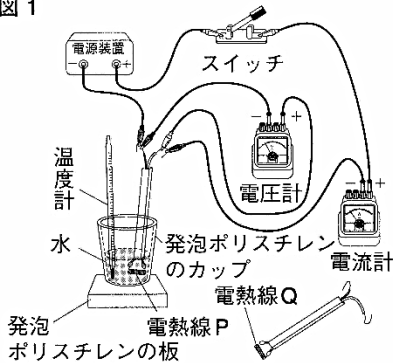


表1

電熱線Pに加える電圧[V]	2.0	4.0	6.0
電熱線Pに流れる電流[A]	0.25	0.50	0.75
水の上昇温度[℃]	0.5	2.0	4.5

- (1) この実験をおこなうために、カップの中に水を入れたところ、水温が室温に比べてかなり低かった。この場合、水温が室温と同じになるまで放置しておかなければ、電熱線の発熱による上昇温度を正確に測定できない。それはなぜか。その理由を簡単に書きなさい。

- (2) 電熱線Pの抵抗は何Ωか。

Ω

実験② 図1の装置で電熱線Pを電熱線Qにとりかえて、実験①と同じように実験をした。次の表2は、実験の結果をまとめたものである。図2

表2

電熱線Qに加える電圧[V]	2.0	4.0	6.0
電熱線Qに流れる電流[A]	0.50	1.00	1.50
水の上昇温度[℃]	1.0	4.0	9.0

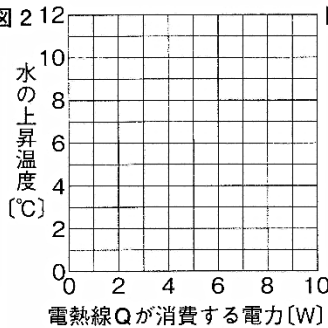
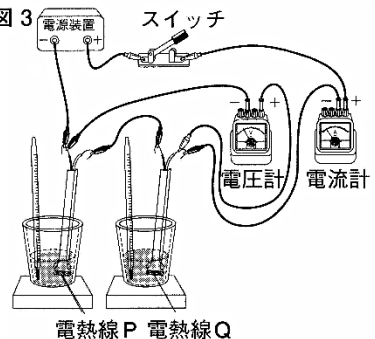


図3



- (3) 電流と電圧をかけたものを電力という。表2をもとにして、電熱線Qが消費する電力と、水の上昇温度との関係を、上の図2でグラフに表しなさい。
- (4) 次に、上の図3のように、電熱線Pと電熱線Qをつなぎ、水の上昇温度を調べた。まず、それぞれの発泡ポリスチレンのカップの中に、水を70 g入れ、室温と同じになるまで放置しておいた。次に、スイッチを閉じて、水をときどきかき混ぜながら、5分間電流を流した。このとき、電圧計は6.0 Vを示していた。実験①、②の結果から考えて、スイッチを閉じてから5分後の電熱線Pによる水の上昇温度と、電熱線Qによる水の上昇温度は、それぞれ何℃と考えられるか。

P	℃	Q	℃
---	---	---	---

3

電流と電圧

- (1) ーの電気 (2) ア
(3) 0.005 (N)

(4) (例) すべてのポリスチレンのひもが、同じ種類の電気を帯び、互いに反発する力がはたらいっているため。

解説 (1) ーの電気(電子)が一方の物質から他方の物質に移動したとき、それぞれの物質は静電気を帯びる。

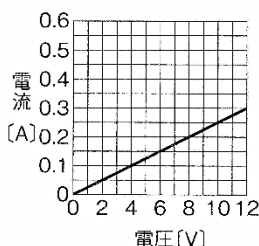
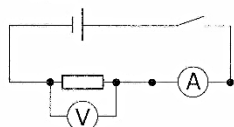
(2) アクリル管をこすった発泡ポリスチレンはーの電気を、別の発泡ポリスチレンをこすった塩化ビニル管もーの電気を帯びているので、反発する力がはたらく。

(3) 0.5 g のポリエチレンのひもが空中で静止したことから、ひもは重力と同じ 0.005 N の力を塩化ビニル管から受けている。

(4) 同じ種類の電気を帯びた物体どうしにはしりぞけあう力がはたらく、異なる種類の電気を帯びた物体どうしには引き合う力がはたらく。また、これらの力は離れていてもはたらく。

- (1) エ
(2) 0.5 (倍)

- (3) 右図
(4) 下図



解説 (1) 電流計も電圧計も、最初が一番単位の高い一端子につなぐ。

(2) 図2のグラフから、操作1、操作2における抵抗の大きさを求めると、

$$\text{操作1} : 4 \text{ [V]} \div 0.2 \text{ [A]} = 20 \text{ [\Omega]}$$

$$\text{操作2} : 4 \text{ [V]} \div 0.4 \text{ [A]} = 10 \text{ [\Omega]}$$

$$\text{したがって、} 10 \text{ [\Omega]} \div 20 \text{ [\Omega]} = 0.5 \text{ [倍]}$$

(3) 同じ電熱線を二つ直列に接続すると、抵抗の大きさは2倍になる。したがって、グラフは直線aの半分の傾きになる。

(4) 電流計は回路に直列に、電圧計は測定したい部分に並列に接続する。

4

電流の利用

- (1) ア (2) ウ
(3) イ、ウ

解説 (1) 右ねじの進む向きを電流の向きに合わせると、ねじを回す向きに磁界ができる。方位磁針の針は磁界の方向に向く。

(2) 辺ABの下側ではU字形磁石のつくる磁界の向き(N極からS極)と、電流のつくる磁界の向きとが一致する。反対に上側ではそれぞれの磁界が打ち消し合う。そのため、辺ABは上方向に力を受ける。このような磁界中で電流が流れるときの力、磁界、電流の向きの関係を、フレミングの左手の法則という。

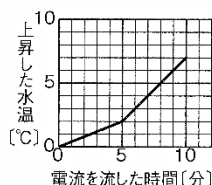
(3) 実験③(上から棒磁石のN極を近づけると逆の操作(N極を遠ざける。S極を近づける。など)を選べばよい。また、棒磁石を静止させたままだと電磁誘導は起こらず、誘導電流も流れない。

- (1) (例) 水の温度が均一になる

から。(2) 4 (Ω)

$$(3) I_Z = I_X - I_Y$$

(4) 右図



解説 (1) 容器内の水の温度を均一にするためにガラス棒でかき混ぜる。

(2) 電源装置の電圧が6 V のとき、電熱線1には1.5 A の電流が流れている。したがって、電熱線1の電気抵抗は、

$$\frac{6 \text{ [V]}}{1.5 \text{ [A]}} = 4 \text{ [\Omega]}$$

(3) 並列回路では、電熱線1(Y)を流れる電流と電熱線2(Z)を流れる電流の和が全体の電流(X)の強さとなるので、Xを流れる電流からYを流れる電流を引けばよい。

(4) 上昇する水の温度は、電力(電流と電圧の積)に比例するので、最初の5分間の電熱線2による水の上昇温度は実験1の電熱線1による水の上昇温度の3分の2になる。5分後から10分後までの上昇温度は実験1と同じである。

4

電流の利用

1

(1) (例) 強い電流で電流計が壊れるのを防ぐため。

(2) 150 (mA)

(3) (例) コイルに流れる電流の向きを逆にする。磁石の磁界の向きを逆にする。など

(4) ア…① イ…電流

解説 (2) - 端子は 500 mA の端子につながれているので、下の目盛りを読み、それを 10 倍する。

(3) 電流の向きや磁界の向きを逆にすると、受ける力の向きも逆になる。

(4) 電流の大きさや磁界を強くすると、受ける力の大きさが大きくなる。

2

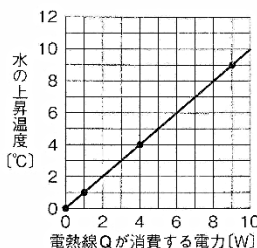
(1) (例) まわりの空気によってあたためられ、水温が上昇するから。

(2) 8.0 (Ω)

(3) 右図

(4) P…2.0 ($^{\circ}\text{C}$)

Q…1.0 ($^{\circ}\text{C}$)



解説 (1) 室温が水温の上昇に影響を与え、実験による正確な上昇温度が測定できなくなってしまう。

(2) 電源装置の電圧が 2.0 V のとき、電熱線 P には 0.25 A の電流が流れている。このことから、オームの法則により、

$$\text{抵抗} = \frac{\text{電圧}}{\text{電流}} = \frac{2.0 [\text{V}]}{0.25 [\text{A}]} = 8.0 [\Omega]$$

(3) 電熱線 Q が消費するそれぞれの電力は、

$$2.0 [\text{V}] \times 0.50 [\text{A}] = 1 [\text{W}]$$

$$4.0 [\text{V}] \times 1.00 [\text{A}] = 4 [\text{W}]$$

$$6.0 [\text{V}] \times 1.50 [\text{A}] = 9 [\text{W}]$$

また、それぞれの場合の水の上昇温度は、1 $^{\circ}\text{C}$ 、4 $^{\circ}\text{C}$ 、9 $^{\circ}\text{C}$ であるので、これらの点を原点を含めてグラフ上にとり、直線で結ぶ。

(4) 電熱線 P と電熱線 Q の抵抗の大きさは、8 Ω と 4 Ω なので、全体の抵抗は 12 Ω 。したがって、この回路を流れる電流の大きさは、オームの法則から、 $6.0 [\text{V}] \div 12 [\Omega] = 0.5 [\text{A}]$ このことから、電熱線 P と電熱線 Q の電圧と電力（電圧と電流の積）が求められ、電力は P が 2 W、Q が 1 W となる。したがって、電力と発熱量は比例するので、電熱線 P と電熱線 Q それぞれの上昇温度は、P が 2.0 $^{\circ}\text{C}$ 、Q が 1.0 $^{\circ}\text{C}$ となる。