

《実験》

- ①金属棒止めがついた金属のレール，金属棒，磁石，電流計，電圧計，抵抗の大きさが 10Ω の抵抗器，スイッチ，導線，電源装置を用意しました。
- ②図のように，水平面上に2本のレールを平行に置き，上面がN極になるように磁石の向きをそろえて等間隔に並べて装置を作り，金属棒を向きがレールと直角になるように点Eに置き，回路を作りました。
- ③電源装置の電圧を 6V にし，スイッチを入れると金属棒は，点Fの方向に動き，金属棒止めに衝突して静止しました。

(1)金属棒が金属棒止めに衝突して静止しているとき，磁石による磁界の向き (X)，金属棒に流れている電流の向き (Y)，金属棒に流れる電流が磁界から受ける力の向き (Z) のそれぞれを矢印で表したものとして適切なのは，ア～エのうちどれですか。ただし，ア～エの金属棒の向きは，図と同じ向きとします。



(2)電源装置の電圧を 6V にしたまま，回路上の点aから点bまでの間に抵抗の大きさが 10Ω の抵抗器を1つ追加することで，より金属棒が速く動くようにしたいと思います。二つの抵抗器を点aから点bまでの間にどのようにつなげばよいですか。解答用紙の点aから点bまでの間に電気用図記号を用いて二つの抵抗器のつなぎ方をかきなさい。また，解答用紙にかいたつなぎ方で金属棒が速く動く理由を，「回路全体の抵抗」と「金属棒に流れる電流」という語句を用いて簡単に書きなさい。

(1)		
(2)	つなぎ方 	理由

「家庭用コンセントの電圧」

ヒカル君が家庭用コンセントについて100Vのもと200Vのものがあることを知り、電圧に違いがある理由を調べました。以下の文は、友達のアカリさんと電圧の違いについて話し合ったものです。以下の問いに答えなさい。

(1) 家庭用コンセントの電流は、交流、直流のどちらか。

ヒカル：これまで一般的に使われている家電の多くが100V対応のものでしたが、最近では200Vに対応する家電が多く出てきました。200Vの家電の便利さやパワフルさが注目を浴び、200Vに対応する家電の需要が高まってきているようです。電圧が高いほど、押し出される電気の量が多くなります。そのため100Vより200Vの家電の方がより多く電気が使え、出力が高くなるのです。

アカリ：100Vから200Vにパワーアップしたら、合わせて電気料金もアップしてしまうのでは？

ヒカル：100Vから200Vへと変更しても電気代に差はほとんどありません。と言うのも、電気代は消費電力と使用時間、電気単価で決まるためです。例えば、500W（消費電力）を100Vと200Vで使用したとすると、【 $100V \times 5A = 500W$ 】、【 $200V \times 2.5A = 500W$ 】。100Vと200Vとでは電流が変わるだけなのが分かります。つまり、電圧が変わっても電気単価にはほとんど影響しない訳です。

アカリ：なるほど、電圧が2倍になると、電流が2分の1になるのですね。ということは、電圧が2倍になって、電流がそのままだったら、やっぱり電気代は増えてしまうのですか？

ヒカル：それも違います。電気単価は、【 ア 】 = 電力量 [J] で決まります。
つまり、【 イ 】。だから電気代は変わらないのです。

(2) 【 ア 】に入る、電力量を求める式を答えよ。

(3) 会話文中の【 イ 】には、電気代が変わらない理由が入ります。どのような文が入るといいか答えなさい。

(4) 200V出力が適していると思われる家電をエアコン以外に一つ答えなさい。

(1)		(2)	
(3)			
(4)			

「電気エネルギー」

マイク君がコンビニエンスストアで購入したお弁当を、家で電子レンジを使って温めようとしています。以下の文は、友達のリハさんと温め時間について話し合ったものです。以下の問いに答えなさい。

マイク：お弁当のラベルの印刷が一部消えてしまって、どれだけ電子レンジで温めていいかわからないよ。一緒に考えてくれない？ラベルには【温め目安：1500W-40 秒】と書かれているんだ。家の電子レンジの消費電力は多分 600W だと思うんだけど、何分何秒温めればいいんだろう。

リハ： そのお弁当を温めるための電気エネルギーの量を考えるといいんだよ。電気エネルギーは、【電力 [W] × 時間 [S]】で求められるんだ。だから、600W で加熱すると、1分 40 秒になるね。

マイク：ありがとう。1分 40 秒加熱してみるよ。 ～1分 40 秒加熱後～

マイク：おかしいな。なぜかあまり温かくなってないよ。時間が間違っていたのかな。

リハ： もしかして、電子レンジの消費電力が間違っているんじゃない。電子レンジの横に【100V-500W】と書いてあるわよ。

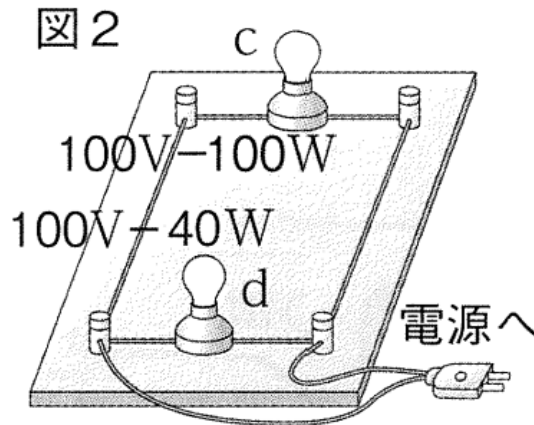
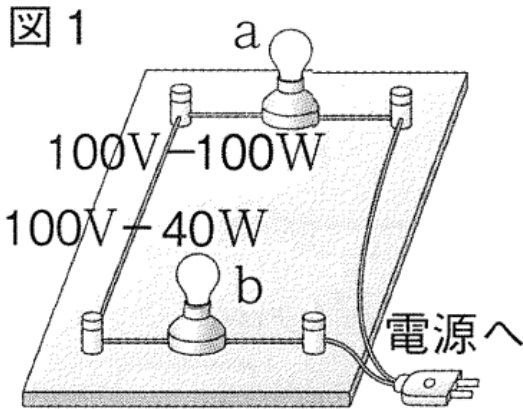
マイク：そうだったのか。知らなかったよ。じゃあ、後何秒加熱したらいいのだろう？

- (1) 一定時間に電流が流れたときの電気エネルギーの総量を何というか。
- (2) このお弁当を温めるのに必要な (1) の値を単位もつけて答えなさい。
- (3) 100V-500W の電子レンジを 100V のコンセントで使用するときの、電圧、電流、抵抗の値をそれぞれ答えなさい。
- (4) マイク君は、後何秒加熱するといいか答えなさい。

(1)		(2)	
(3)	電圧		
	電流		
	抵抗		
(4)			

「電流と電圧と抵抗」

「100V-100W」、「100V-40W」と表示されている電球を2種類使い、下の図のような回路を作りました。「100V-100W」は、100Vの電源につなぐと100Wの電力を消費することを示しています。



- (1) ①「100V-100W」と ②「100V-40W」の電球の抵抗の値はそれぞれ何Ωか求めなさい。
- (2) 図1と図2の回路では回路全体で消費する電力が大きいほうはどちらか答えなさい。
- (3) 2つの回路を100Vの電源につないだとき、最も明るくつくものは電球a~dのうちどれか答えなさい。
- (4) 家庭用コンセントの延長コードは、図2のような並列回路になっています。延長コードに多数のコンセントをつなぐことを、「たこ足配線」と呼ぶことがあります。
- また、家庭用コンセントには、一度に使う消費電力の量が決まっており、つながれている電化製品の消費電力を合計した値が、その決められた値を超えると発熱して火災の原因になることがあります。
- 多くの電化製品を一度につなぐ「たこ足配線」は、どのような点が危険だと考えられますか。「抵抗」「電流」という語を用いて答えなさい。

(1)	①	②
(2)		(3)
(4)		

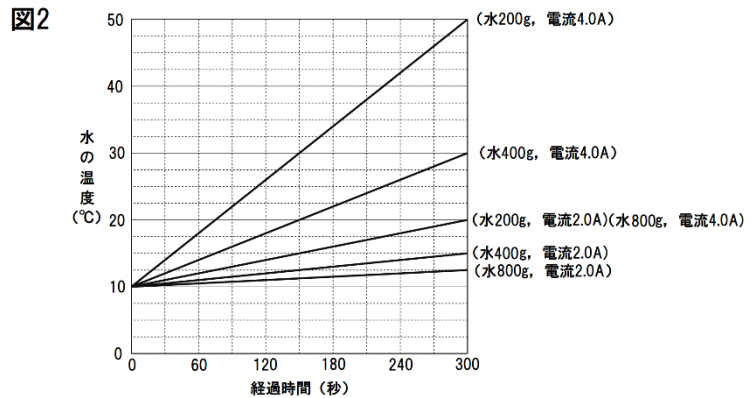
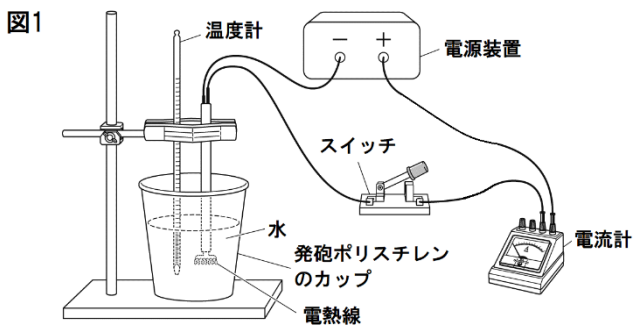
「電熱線の発熱」

電熱線に電流を流したときの電熱線の発熱について調べるため、次の〔実験〕を行った。

- 〔実験〕① 図1のように、発泡ポリスチレンのコップの中に、室温と同じ温度の水 400 g、7.0Ωの電熱線、温度計を入れ、電熱線、スイッチ、電流計、電源装置を導線で接続した。
- ② スイッチを入れ、電流計を流れる電流が 4.0Aになるように調節した。
- ③ ②の直後、水の温度を測定し、それから 30 秒ごとに 300 秒まで、コップの中の水をかき混ぜながら水の温度を測定した。
- ④ 次に、電流計を流れる電流を 2.0Aになるように調節し、①から③までと同様の実験を行った。
- ⑤ さらに、①でコップの中の水の量を 200 g、800 g に変えて、それぞれ②から④までと同様の実験を行った。

ただし、室温は一定であり、発泡ポリスチレンのコップを用いて〔実験〕を行うとき、電熱線で生じた熱は、全て水の温度上昇に使われるものとする。

図2は、〔実験〕の結果をもとに、コップの中の水の温度を測定し始めてからの経過時間と、コップの中の水の温度との関係をそれぞれグラフに表したものである。



次の問1から問4に答えなさい。

- (1) 〔実験〕の②で電流計を流れる電流が 4.0Aのとき、電熱線で消費される電力は何Wか、整数で求めなさい。
- (2) 〔実験〕の①でコップの中の水の量を 1200 g に変えて、②で電流計を流れる電流が 6.0Aとなるように調節し、③と同じことを行った。このとき、経過時間と水の温度との関係はどのようになるか。横軸にコップの中の水の温度を測定し始めてからの経過時間を、縦軸にコップの中の水の温度をとり、その関係を表すグラフを解答欄の図3に書きなさい。
ただし、測定を開始したときの水の温度は 10℃であった。
- (3) 〔実験〕の結果から、1 g の水の温度を 1℃上昇させるのに必要な熱量は何 J か、小数第 1 位まで求めなさい。

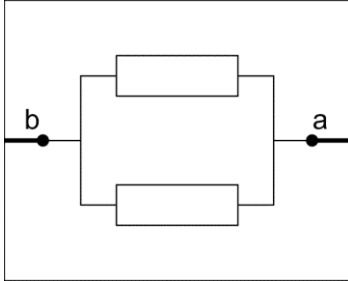
(1)	W	(2)	<p>図3</p>
(3)	J		

「電流と磁界の関係」

解答

(1) エ

(2) (つなぎ方)



(理由)

回路全体の抵抗が小さくなり、金属棒に流れる電流が大きくなったから。

解説

(1) 金属棒が点Fの方向に力を受けているとき、回路から電流は奥から手前に流れており、磁石による磁界は上面がN極になるようにならべているので上向きにはたらくと考えられる。

(2) (つなぎ方)

解答用紙の点aから点bまでの間に、電気用図記号を用いて抵抗器が適切にかかっている。並列つなぎの回路図が適切にかかっている。

(理由)

解答用紙にかいたつなぎ方で金属棒が速く動く理由を、「回路全体の抵抗」と「金属棒に流れる電流」という語句を用いて適切に書かれている。

「家庭用コンセント」

解答

- (1) 交流
- (2) 電力 [W] × 時間 [S]
- (3) 電圧が2倍になれば、消費電力が2倍になり、作業にかかる時間は2分の1になるのです。
- (4) オープンレンジ 乾燥機 IHクッキングヒーター など
(高出力なもので、1回の使用時間が長いもの)

解説

- (1) 家庭用コンセントは交流
- (2) 電力量 [J] = 電力 [W] × 時間 [S]
- (3) (2) より、電力が2倍になれば、時間は2分の1
- (4) 消費電力が大きい家電を選ぶ。長時間使用するものの方が、より200Vのメリットがある。

「電気エネルギー」

解答

- (1) 電力量
- (2) 60000J
- (3) 電圧：100V 電流：5A 抵抗：20Ω
- (4) 20秒

解説

- (1) 電力 [W] × 時間 [S] = 電力量 [J]
- (2) $1500\text{W} \times 40\text{秒} = 60000\text{J}$
- (3) 家庭用コンセントは100V
 $500\text{W} \div 100\text{V} = 5\text{A}$ $100\text{V} \div 5\text{A} = 20\Omega$
- (4) お弁当を温めるのに必要な電力量は(2)より60000J。
 $500\text{W} \times X\text{秒} = 60000\text{J}$ $X = 120\text{秒}$
100秒(1分40秒)加熱しているので、のこり20秒。

「電流と電圧と抵抗」

解答と解説

解答

(1)① $100\ \Omega$

② $250\ \Omega$

(2) 図2

(3) c

(4) 回路全体の抵抗が小さくなり、大きな電流が流れることになり発熱するから。

解説

(1)① 「100V-100W」の電球に100Vの電圧を加えたとすると、100Wの電力が消費される。

$$100\text{W} = 100\text{V} \times 1\text{A}$$

となり、1Aの電流が流れることがわかる。オームの法則より、

$$100\text{V} \div 1\text{A} = 100\ \Omega$$

② 「100V-40W」の電球に100Vの電圧を加えたとすると、100Wの電力が消費される。

$$40\text{W} = 100\text{V} \times 0.4\text{A}$$

となり、0.4Aの電流が流れることがわかる。オームの法則より、

$$100\text{V} \div 0.4\text{A} = 250\ \Omega$$

(2) 抵抗が小さい回路には流れる電流が大きくなるため、消費電力も大きくなる。

図2は図1よりも抵抗が小さくなるため、消費電力は大きい。

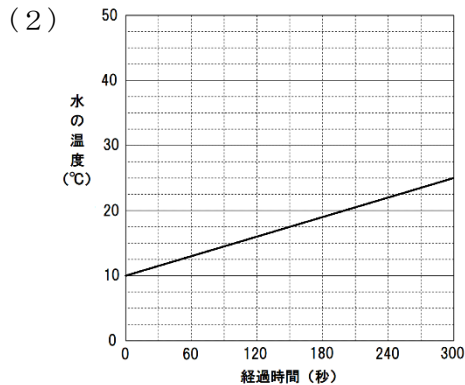
(3) 図1は直列回路であり、a, bに加わる電圧は100Vより小さくなる。

図2は並列回路であり、c, dにそれぞれ100Vの電圧が加わることになる。

「電熱線の発熱」

解答

(1) 112 W



(3) 4.2 J

解説

(1) 電熱線の抵抗の大きさが 7.0Ω 、電流計を流れる電流の大きさが 4.0A なので、電熱線に加わる電圧の大きさは、オームの法則より、 $4.0\text{A} \times 7.0\Omega = 28.0\text{V}$ である。よって、電熱線で消費される電力の大きさは、 $28.0\text{V} \times 4.0\text{A} = 112.0\text{W}$

(2) 図2のグラフを比べることで、水の量が2倍になると、水の温度上昇は $\frac{1}{2}$ 倍となり、電流の大きさが2倍になると、水の温度上昇は $2^2 = 4$ 倍になっていることがわかる。このことから、(水 200g 、電流 2.0A) のグラフを基準とすると、水の量が6倍、電流の大きさが3倍の(水 1200g 、電流 6.0A) のグラフは、同じ経過時間に対する水の温度が、(水 200g 、電流 2.0A) のグラフに対して $\frac{1}{6} \times 3^2 = 1.5$ 倍の位置となる。

(3) (水 400g 、電流 4.0A) のときの実験装置では、問1より消費される電力は 112.0W であり、また、図2より 300 秒で水の温度が 20°C 上昇するので、このとき水が得た熱量は、 $112.0\text{W} \times 300\text{s} = 33600\text{J}$ である。よって、 1g の水の温度を 1°C 上昇させるのに必要な熱量は、 $\frac{33600}{400 \times 20} = 4.2\text{J}$