

この教材見本は、実際の1カ月分の教材よりも回数・ページ数が少ないダイジェスト版です。

※実際の教材の1カ月あたりの学習量は、1回30～60分×4回です。

この教材見本は1カ月分の一部を抜粋して掲載しています。

下記の黒字が今回の掲載回です。

※テキストスタイル、進学クラスの教材見本です。

入試特訓 中3物理・生物

- 1 徹底復習～要点完成～
- 2 徹底演習 電流とその利用
- 3 徹底演習 動物の世界
- 4 添削問題
添削問題 解答解説

2

入試特訓 中2物理・生物

徹底演習 電流とその利用

30分

2回目は、中2で学習した「電流とその利用」の演習に取り組みます。

「電流とその利用」では、オームの法則や、電力・熱量といった計算が多く、さらに、グラフや表の読みとり、作図など、数学的な考えかたも求められます。このため、苦手とする人は少なくありませんが、つまづくポイントの多くは共通しています。下に示すつまづきやすいポイントに、自分が当てはまっていないかどうか、その解決方法を確認してみてください。

徹底演習その前に…



公式やルールを正しく覚えられていない

- ・公式やルールは**基本中の基本**です。下に示す公式や、回路における電流、電圧、抵抗の関係などのルールは、**必ず正しく覚えましょう**。
- ・**単位ミスに注意!** mAのまま計算した…なんて心当たりはありませんか？

オームの法則	: $V [V] = R [\Omega] \times I [A]$	←電流の単位はA (×mAではない)
電力	: $P [W] = I [A] \times V [V]$	← "
発熱量	: $W [J] = P [W] \times t [s]$	←時間の単位はs(秒) (×min(分)ではない)



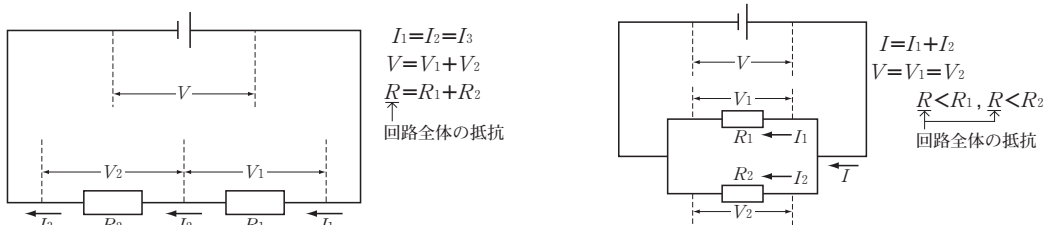
まずは、1回目の要点に戻って公式・ルールを正しく覚えよう!



公式は覚えているもののうまく使えない

- ・抵抗が複数つながれた回路を考える場合、わかる範囲で**それぞれの抵抗について、電流、電圧、抵抗を整理**しましょう。
→オームの法則より、電流、電圧、抵抗のうち2つがわかれば、残りの1つを求めることができます。それぞれの抵抗について、電流、電圧、抵抗がわかれば、回路全体の電流、電圧、抵抗もわかります。
- ・**それぞれの抵抗にも、回路全体にも、どちらにもオームの法則は成り立ちます。**

図1



電流、電圧、抵抗のうち2つがわかれば、残り1つもわかる!
わかっていてものを書き出して、順番に整理しよう!



グラフをうまく読み取れない

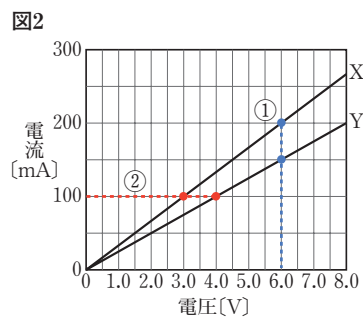
- ・グラフを使えば、計算せずに電流や電圧を求められます！ グラフを読むときは、何に注目すべきかをおさえましょう。例として、図2の場合を考えましょう。

■ 2つの抵抗に同じ電圧がかかるとき

電圧が同じなので、①のように縦方向の●を見ると、それぞれの抵抗に流れる電流がわかります。

■ 2つの抵抗に同じ電流が流れるとき

電流が同じなので、②のように横方向の●を見ると、それぞれの抵抗にかかる電圧がわかります。



- ・また、電流—電圧グラフがあれば、抵抗を求めることができます。**直線のグラフ上であれば、どの点で計算してもOK！**

(例) Xのグラフは(6.0V, 200mA)の●を通るので、オームの法則より

$$\frac{6.0 \text{ [V]}}{0.2 \text{ [A]}} = 30 \text{ [\Omega]} \quad (\text{電流の単位に注意!})$$



グラフはヒントの宝庫！ 電流—電圧グラフがあれば抵抗がわかる！（単位に注意！）

ここからは例題です。解説に書かれた問題の解きかたを読みながら、空欄をうめていくことで、問題を解くための公式や知識の使いかた、考えかたを身につけます。

解説中の空欄をうめていきましょう。

例題演習

例題

- 1 電圧30Vの電源と電熱線X, Yを用いて、図1～図3のような回路をつくりました。下の問に答えなさい。

図1

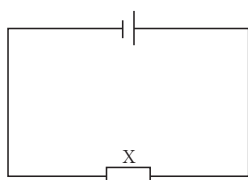


図2

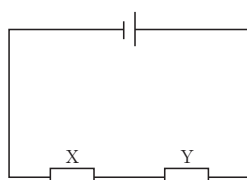
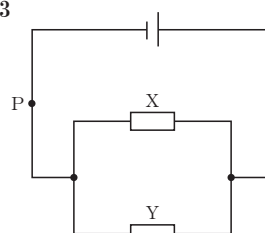


図3



- (1) 図1の電熱線Xに1.5Aの電流が流れました。電熱線Xの抵抗は何Ωですか。
- (2) 図2の電熱線Xに流れる電流の大きさは1Aでした。電熱線Yの抵抗は何Ωですか。
- (3) 図3の電熱線Xに流れる電流の大きさは何Aですか。
- (4) 図3の点Pに流れる電流の大きさは何Aですか。

ここをチェック

オームの法則： $V [V] = R [\Omega] \times I [A]$

直列回路：各抵抗にかかる電圧の和が電源の電圧と等しい。

並列回路：各抵抗に流れる電流の和が、導線が枝分かれする前後の電流と等しい。

解説

- (1) オームの法則より、

$$\frac{30 [V]}{\text{①} [A]} = \text{②} [\Omega]$$

となります。 (答)

- (2) 問題の図2において、電源と電熱線Xと電熱線Yは直列につながれているので、どの部分でも流れる電流の大きさは同じで、電熱線Xと電熱線Yにかかる電圧の和は電源の電圧に等しくなります。電熱線Xの抵抗が②Ωで、流れる電流が1Aなので、電熱線Xにかかる電圧は、オームの法則より、

$$\text{②} [\Omega] \times \text{③} [A] = \text{④} [V]$$

◀ 電熱線Xには1.5Aの電流が流れていて、電源の電圧30Vがかかっている。

となります。よって、電熱線Yにかかる電圧は、

$$30 \text{ [V]} - \text{④} \text{ [V]} = \text{⑤} \text{ [V]}$$

となります。

また、電熱線Yにも1Aの電流が流れているので、電熱線Yの抵抗は、オームの法則より、

$$\frac{\text{⑤} \text{ [V]}}{\text{⑥} \text{ [A]}} = \text{⑦} \text{ [\Omega]}$$

となります。 (答)

(3)・(4) 問題の図3において、電熱線Xと電熱線Yは並列につながれているので、電熱線Xと電熱線Yそれぞれにかかる電圧は、電源の電圧に等しくなります。

電熱線Xに流れる電流は、オームの法則より、

$$\frac{30 \text{ [V]}}{\text{⑧} \text{ [\Omega]}} = \text{⑨} \text{ [A]}$$

となります。 (答)

また、電熱線Xと電熱線Yに流れる電流の和が点Pに流れる電流の大きさになります。

電熱線Yに流れる電流は、オームの法則より、

$$\frac{30 \text{ [V]}}{\text{⑩} \text{ [\Omega]}} = \text{⑪} \text{ [A]}$$

よって、回路全体に流れる電流は、

$$\text{⑨} \text{ [A]} + \text{⑪} \text{ [A]} = \text{⑫} \text{ [A]}$$

となります。 (答)

◀ 電熱線Xに流れている電流が1Aで、電熱線Xと電熱線Yは直列につながれている。

◀ 電源の電圧は30V。

◀ 並列回路では、枝分かれした部分の電流の強さの和が、分かれる前後の電流の強さに等しい。

◀ 電源の電圧は30V。

解答

① 1.5 ② 20 ③ 1 ④ 20 ⑤ 10 ⑥ 1 ⑦ 10
⑧ 20 ⑨ 1.5 ⑩ 10 ⑪ 3 ⑫ 4.5

ここからは、練習問題に取り組みます。要点や例題に取り組む中で、確認した知識，身についた問題の解きかたを練習問題で実践してみましょう。

解ければ入試で差をつけることのできる問題には、**入試で差がつく**を示しています。

練習問題

1 図1の回路で、電源装置

の電圧を変えて、電熱線にかかる電圧と流れる電流の関係を調べました。図2は、電熱線X, Yについてそれぞれ調べた結果を、グラフにまとめたものです。次の問に答えなさい。

図1

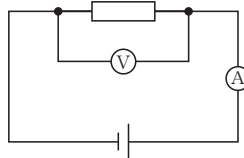
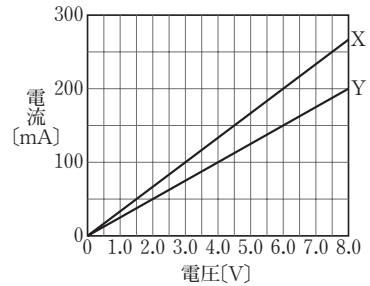
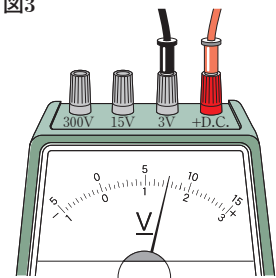


図2



- (1) 図3は、ある条件で電熱線Xにかかる電圧を調べたときの電圧計を表しています。電圧計が示す値と、このとき回路を流れる電流の大きさをそれぞれ答えなさい。

図3



電圧 (V) 電流 (mA)

- (2) 電熱線X, Yの抵抗は、それぞれ何 Ω ですか。

X (Ω) Y (Ω)



- (3) 電源装置、電熱線X, Yを用いて並列回路をつくり、電熱線にかかる電圧と回路全体を流れる電流がはかれるように電圧計と電流計をつなぎました。次の問に答えなさい。

- (i) この回路の回路図を、かきなさい。



- (ii) 電源装置をある電圧にして回路に電流を流すと、電流計は350mAを示しました。電源装置の電圧は何Vですか。

(V)

- 2** 3本の電熱線X, Y, Zは、それぞれ抵抗が 30Ω , 20Ω , 10Ω です。これらの電熱線を用いて回路をつくりました。次の問に答えなさい。

- (1) 電熱線X, Y, Zのうち、電熱線の両端に同じ大きさの電圧をかけたとき、最も大きい電流が流れるものはどれですか。記号で答えなさい。

()

- (2) 電熱線X, Yを用いて、図1のような回路をつくり、電源装置の電圧を6.0Vにして電流を流しました。

- (i) 電熱線X, Yを流れる電流は、それぞれ何mAですか。

X (mA)

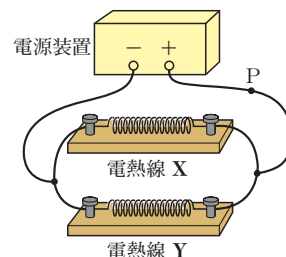
Y (mA)

- (ii) 図1のP点を流れる電流は何mAですか。

(mA)

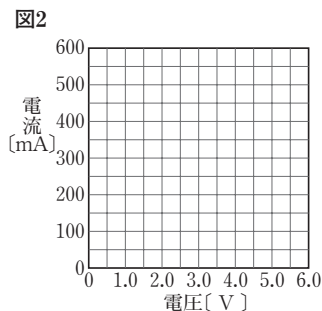
- (iii) この回路の全体の抵抗は、何 Ω ですか。

(Ω)



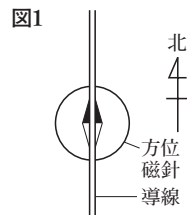
入試で
差がつく

- (iv) 電源装置の電圧を変化させて、回路に電流を流しました。このとき、電圧とP点を流れる電流の関係を、グラフで表しなさい。



3 次の実験 I について、次の問に答えなさい。ただし、方位磁針は黒いほうが N を表すものとします。

【実験 I】図1のように方位磁針の上の南北方向に導線を置き、南から北へ向かう電流を導線に流した。



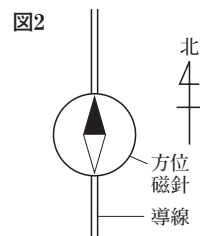
(1) 実験 I で電流を流したとき、方位磁針の N 極はどうなりますか。最も適当なものを次のア～エの中から一つ選び、記号で答えなさい。

- ア 東方向に振れる。
- イ 西方向に振れる。
- ウ 東西に往復運動をする。
- エ 北の方位を指したまま動かない。

()

(2) 実験 I を、次の(i)～(iii)のように条件を変えて行くと、方位磁針の N 極の振れる向きと大きさは、実験 I と比べてそれぞれどのように変化しますか。最も適当なものを下のア～カの中から一つずつ選び、記号で答えなさい。

- (i) 電流の向きは変えず、導線に流す電流を大きくする。
- (ii) 電流の強さは変えず、北から南の向きに電流を流す。
- (iii) 図2のように、導線の上に方位磁針を置き、電流の向きは変えず、流す電流を小さくする。

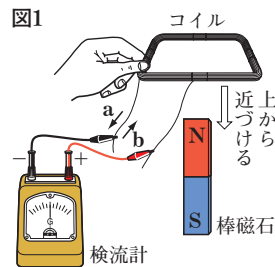


- ア 向き；反対，大きさ；大きくなる
- イ 向き；反対，大きさ；小さくなる
- ウ 向き；反対，大きさ；変化しない
- エ 向き；同じ，大きさ；大きくなる
- オ 向き；同じ，大きさ；小さくなる
- カ 向き；同じ，大きさ；変化しない

(i) () (ii) () (iii) ()

入試で
差がつく

4 図1のように、N 極を上にして立てた棒磁石に、検流計をつないだコイルを上から近づけたところ、コイルに電流が流れ、検流計の指針が右に振れました。次の問に答えなさい。



(1) このときコイルに流れた電流を何といいますか。名称を答えなさい。

()

(2) このとき流れた電流の向きは、図1の a, b のどちらですか。記号で答えなさい。

()

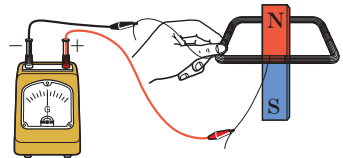
(3) 図1のコイルと棒磁石を用いて、より大きい電流を得るためには、コイルをどのように動かせばよいですか。簡単に書きなさい。

()

(4) 次の(i)~(iii)の操作を行ったとき、検流計の指針はそれぞれどうなりますか。最も適当なものを下のア~エの中から一つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、同じ記号を何回使用してもよいものとします。

(i) 図2のように、コイルの中に棒磁石を入れたままにしておく。

図2



(ii) 図2の状態から、コイルを上を動かして、コイルを棒磁石から遠ざける。

(iii) 棒磁石のS極を上にして立て、コイルを上から近づける。

ア 右に振れる。

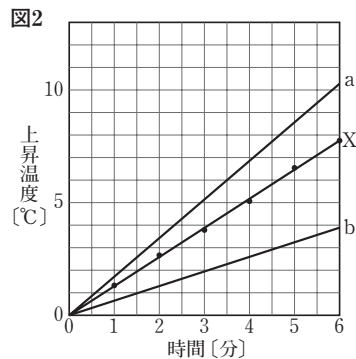
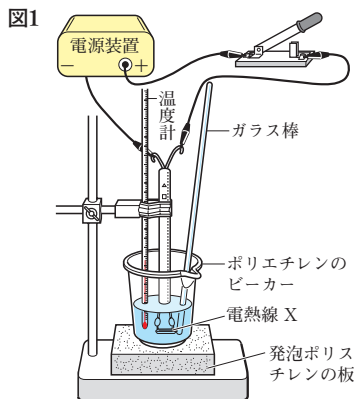
イ 左に振れる。

ウ 左右に繰り返し振れる。

エ どちらにも振れない。

(i) () (ii) () (iii) ()

5 ポリエチレンのビーカーにくみ置きの水100gを入れ、6V-9Wの電熱線Xを用いて、図1のような回路をつくりました。次に、電熱線Xに6Vの電圧を加えて電流を流し、電流を流し始めてから1分ごとに水温をはかって、上昇温度を調べました。図2のXは、その結果をまとめたグラフです。次の問に答えなさい。



(1) 電熱線Xから3分間に発生する熱量は何Jですか。消費電力から計算しなさい。

(J)

(2) 電熱線Xを6V-12Wの電熱線Yにかえて同様の実験を行いました。このときの時間と上昇温度の関係を表すグラフは、図2のa, bのどちらですか。記号で答えなさい。

()

最後は「入試問題にチャレンジ」です。今回の学習の総まとめとして取り組みましょう。

ここでは、実際の入試問題から、今回の学習範囲の理解度を確認できるような問題を選びました。いまの時点では、**正答率20%以上の問題**を確実に解けるようにしておくことが目標です。問題の横に示した「正答率」をめやすにしてください。解けなかった問題は、必ず復習をして解けるようにしておきましょう。

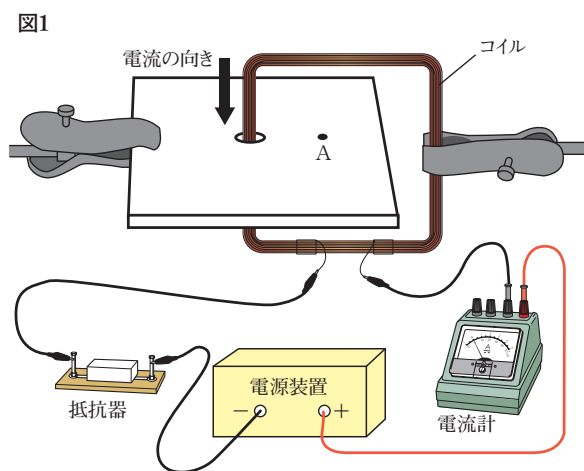
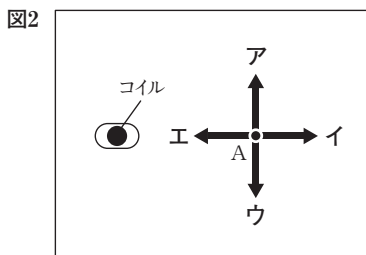
入試問題にチャレンジ

1 【長崎県入試問題 (改)】

次の問いに答えなさい。

- (1) 電流のつくる磁界について実験を行った。エナメル線を巻いて作ったコイルに電流を流し、図1のAの位置に磁針を置いて、できる磁界を調べた。図2のように上から見たとき、磁針のN極が示す向きとして最も適当なものを、ア～エから選べ。

正答率 33%

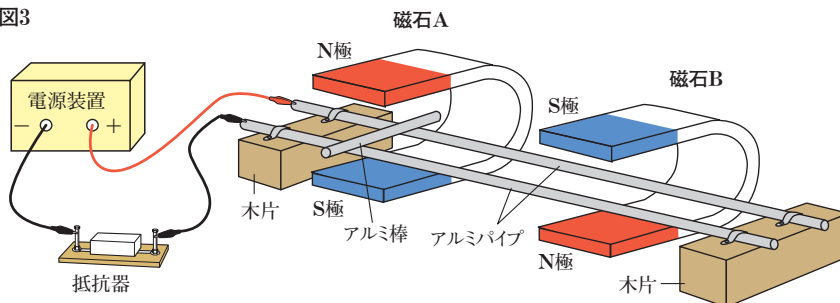


()

- (2) 磁界の中で電流が受ける力について実験を行った。図3のように、木片に2本のアルミパイプを固定し水平なレールを作り、同じ強さの磁石A、Bの間を通す。アルミパイプに電源装置をつなぎ、短くて軽いアルミ棒を磁石Aの位置にのせると、アルミ棒は力を受けて磁石Bの方へ動きだした。磁石Bの近くに来たときのアルミ棒の運動の説明として最も適当なものは、次のどれか。

正答率 45%

図3



- ア 運動と同じ向きに力を受けるため、速さは速くなる。
 イ 運動と逆向きに力を受けるため、速さは遅くなる。
 ウ 運動と同じ向きに力を受けるため、一定の速さで進む。
 エ 力がつりあうので、一定の速さで進む。

()

- (3) コイルと棒磁石によって発生する電流に関する実験を行った。

図4

- (i) 図4のようにコイルに検流計をつなぎ、コイルに棒磁石を出し入れすると検流計の針がふれた。このとき流れる電流を何というか。

正答率 65%

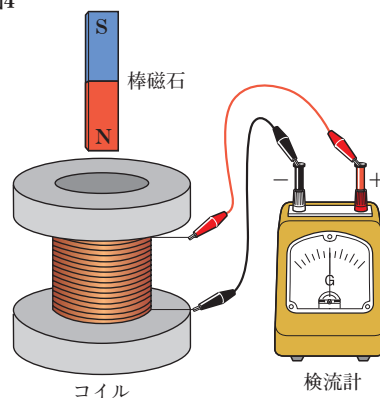
()

- (ii) 図4において検流計の針のふれ方に関する説明として最も適当なものは、次のどれか。

正答率 65%

- ア 棒磁石のN極を入れるときと出すときでは、針がふれる向きは逆になる。
 イ 棒磁石のN極を入れるときと、さかさまにしてS極を入れるときでは、針がふれる向きは同じである。
 ウ 棒磁石を入れたままにすると、針はふれた状態のまま止まる。
 エ 棒磁石を動かさず、コイルを棒磁石の方に近づけると針はふれない。

()

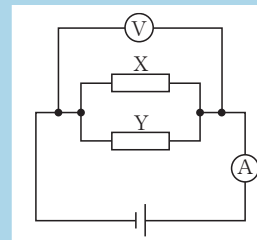


練習問題の解答

1

解答

- (1) 電圧 **1.50V** 電流 **50mA** (3)(i)
 (2) X **30 Ω** Y **40 Ω** (解答例)
 (3)(i) 右図
 (ii) **6.0V**



解説

(1) 図3の電圧計は、3Vの一端子を用いています。したがって、目盛りの下側にある数字を使って、**最小目盛り「0.1」の $\frac{1}{10}$ となる「0.01」まで読みとると**、1.50Vとなります。

図2の電熱線Xのグラフで、電圧が1.5Vのときの電流の値を読みとると、50mAとなっています。

(2) **オームの法則**は、電圧 V [V]、電流 I [A]、抵抗 R [Ω]のとき **$V = RI$** と表されます。

抵抗は、この式を **$R = \frac{V}{I}$** と変形し、図2のグラフ上で読みとりやすい点の値を式に代入し、次のように求めます。電熱線Xは、グラフが1.5V、50mAの点を通るので、 $V = 1.5$ [V]、 $I = 0.05$ [A]を代入して

$$R = \frac{1.5 \text{ [V]}}{0.05 \text{ [A]}} = 30 \text{ [Ω]}$$

電熱線Yは、グラフが8.0V、200mAの点を通るので、 $V = 8.0$ [V]、 $I = 0.20$ [A]を代入して

$$R = \frac{8.0 \text{ [V]}}{0.20 \text{ [A]}} = 40 \text{ [Ω]}$$

このとき、**オームの法則の公式に代入する電流の単位は「A」であることに注意**しましょう。

POINT

オームの法則の公式の電流の単位はmAではなくA。

- (3)(i) **電流計ははかる部分に直列に、電圧計は並列につなぐ**ので、電熱線X、Yに対して電圧計を並列につなぎ、この並列部分と電源装置、電流計を直列につないだ回路図をかきます。
 (ii) 並列につないだ電熱線X、Yには、電源装置の電圧と同じ大きさの電圧がかかります。また、**電熱線X、Yに同じ大きさの電圧をかけたとき、図2のグラフから、それぞれの電熱線を通る電流の比はつねにX : Y = 4 : 3である**ことがわかります。したがって、並列回路

全体の電流が350mAのとき、電熱線X, Yにはそれぞれ

$$X : 350 \text{ [mA]} \times \frac{4}{4+3} = 200 \text{ [mA]}$$

$$Y : 350 \text{ [mA]} \times \frac{3}{4+3} = 150 \text{ [mA]}$$

の電流が流れています。図2のグラフより、これらの電流が流れるとき、どちらの電熱線にも6.0Vの電圧がかかっていることから、並列回路の電源装置の電圧は6.0Vであることがわかります。

2

解答

(1) Z

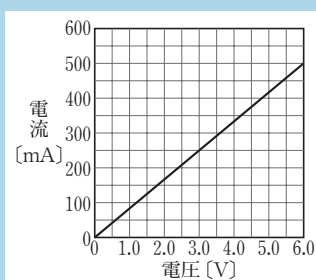
(2)(i) X 200mA Y 300mA

(ii) 500mA

(iii) 12Ω

(iv) 右図

(iv)



解説

(1) 抵抗とは電流の流れにくさのことで、値が大きいほど電流は流れにくくなります。したがって、最も大きい電流が流れるのは、最も抵抗が小さい電熱線Zです。

(2)(i) 図1は、電熱線X, Yの並列回路です。並列につないだ各電熱線には、どちらにも電源と同じ6.0Vの電圧がかかっています。

したがって、**オームの法則** $I = \frac{V}{R}$ に、Xでは $V = 6.0 \text{ [V]}$, $R = 30 \text{ [Ω]}$, Yでは、 $V = 6.0 \text{ [V]}$, $R = 20 \text{ [Ω]}$ を代入すると

$$X : \frac{6.0 \text{ [V]}}{30 \text{ [Ω]}} = 0.20 \text{ [A]}$$

$$Y : \frac{6.0 \text{ [V]}}{20 \text{ [Ω]}} = 0.30 \text{ [A]}$$

よって、Xを流れる電流は200mA, Yを流れる電流は300mAとなります。

(ii) **P点を流れる電流は、電熱線Xを流れる電流と電熱線Yを流れる電流の和に等しい**ので、 $200 \text{ [mA]} + 300 \text{ [mA]} = 500 \text{ [mA]}$

(iii) 回路全体にかかる電圧は6.0V, 回路全体に流れる電流は500mAです。したがって、回路全体の抵抗は、**オームの法則** $R = \frac{V}{I}$ に、 $V = 6.0 \text{ [V]}$, $I = 0.50 \text{ [A]}$ を代入すると

$$\frac{6.0 \text{ [V]}}{0.50 \text{ [A]}} = 12 \text{ [Ω]}$$

- (iv) 抵抗 12Ω の電熱線の両端にかかる電圧と流れる電流の関係をグラフに表します。電圧と電流は比例の関係にあるので、グラフ上に1点を取り、原点と直線で結べばグラフが完成します。(ii)より、 6.0V の電圧がかかる場合、流れる電流の大きさは、 500mA となるので、グラフ上に電圧 6.0V 、電流 500mA の点をとって、原点と直線で結びます。

POINT

オームの法則を $V =$ 、 $R =$ 、 $I =$ 、それぞれの形での表しかたを確認しよう。

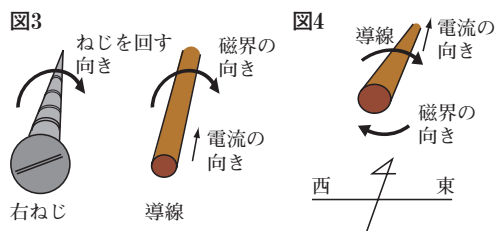
3

解答

- (1) イ (2)(i) エ (ii) ウ (iii) イ

解説

- (1) 電流が流れる導線のまわりには、電流の進行方向に向かって右回りに、同心円状の磁界ができます。このことは、図3のように、電流の流れる向きに右ねじの進む向きを合わせたとき、磁界の向きは、ねじを回す向きになることに対応させることができます。

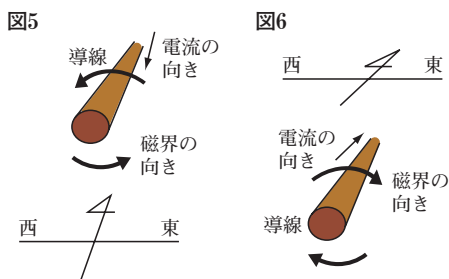


よって、導線の下には、図4のように東から西に向かう磁界ができるので、導線の下に置いた方位磁針のN極は、西方向に振れます。

POINT

導線のまわりの磁界の向きは右ねじで確認しよう。

- (2)(i) 導線に流れる電流が大きいほど、導線のまわりの磁界は強くなります。電流の向きは同じなので、磁界の向きは変化しません。
- (ii) 図5のように、電流の向きが反対になるので、できる磁界の向きも反対になります。電流の大きさは同じなので、磁界の強さは変化しません。
- (iii) 図6のように、導線の上には西から東に向かう磁界ができます。したがって、磁界の向きは反対になります。電流の大きさは小さくなるので、磁界の強さも弱くなります。



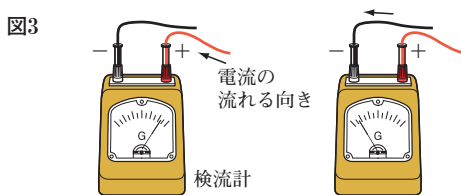
4

解答

- (1) 誘導電流 (2) b (3) (解答例) すばやく動かす。
 (4)(i) エ (ii) イ (iii) イ

解説

- (1) コイルの中の磁界が変化すると、コイルに電圧が生じ、電流が流れます。この現象を**電磁誘導**、このときに流れる電流を**誘導電流**といいます。コイルの中の磁界は、コイルと棒磁石の距離が変わると変化します。
- (2) **検流計の指針は、図3のように、電流が+端子から流れ込むと右に、-端子から流れ込むと左に振れます。**コイルを棒磁石のN極に近づけたとき、検流計の指針が右に振れているので、電流は+端子から検流計に流れ込んでいることがわかります。したがって、図1の電流の向きはbになります。



- (3) **誘導電流は、コイルの中の磁界の変化が大きいくほど、磁石の磁力が強いほど、コイルの巻き数が多いほど強くなります。**ここでは、コイルと棒磁石は変わらないので、コイルをすばやく動かして、磁界の変化を大きくします。
- (4)(i) **コイルも棒磁石も静止している状態では、コイルの中の磁界は変化しないので、電磁誘導は起こりません。**したがって、誘導電流は流れず、検流計の指針が振れることはありません。
- (ii)・(iii) コイルと棒磁石の距離が変わっているなので、コイルの中の磁界が変化して、誘導電流が流れます。誘導電流の向きは、磁石にコイルが近づくときと遠ざかるときでは逆になり、磁石のN極とS極を変えても逆になります。したがって、図1のように、棒磁石のN極にコイルが近づくとき検流計の指針が右に振れる場合、次のことがいえます。
- ・S極に近づく (逆) →左側に振れる。
 - ・N極から遠ざかる (逆) →左側に振れる。

- ・S極から遠ざかる（逆の逆）→右側に振れる。
- (ii)では、N極からコイルが遠ざかっているので、検流計の指針は左に振れます。
- (iii)では、S極にコイルが近づいているので、検流計の指針は同じく左に振れます。

POINT

磁石をコイルに近づけるときと遠ざけるときでは、コイルに流れる電流は逆になる。
磁石のN極とS極を入れかえて行くと、コイルに流れる電流は逆になる。

5

解答

- (1) 1620J (2) a

解説

- (1) 1Jは、1Wの電力を1秒間使用したときに発生する熱量です。したがって、電熱線から発生する熱量は、次の式で求められます。

$$\text{発熱量 [J]} = \text{電力 [W]} \times \text{時間 [s]}$$

電熱線Xの電力は9W、電流を流した時間は3分なので3 [分] = 3 × 60 [秒] = 180 [秒] より、このときの発熱量は

$$9 \text{ [W]} \times 180 \text{ [s]} = 1620 \text{ [J]}$$

POINT

発熱量を求める公式の、電流を流した時間の単位は「秒」。

- (2) 電力は、電気器具の能力を表す量です。6V－12Wの電熱線Yは、6V－9Wの電熱線Xよりも電力（ワット数）が大きいので、電気器具としての能力は大きくなっています。どちらにも同じ大きさの電圧を加えているので、同じ時間電流を流したときの水温の上昇は、電気器具としての能力が大きい電熱線Yのほうが大きくなります。したがって、電熱線Yの時間と上昇温度の関係を表すグラフは、同じ時間で比べたときに、上昇温度がXよりも高くなっているaになります。

入試問題にチャレンジの解答

1

解答

- (1) ウ (2) イ (3)(i) 誘導電流 (ii) ア

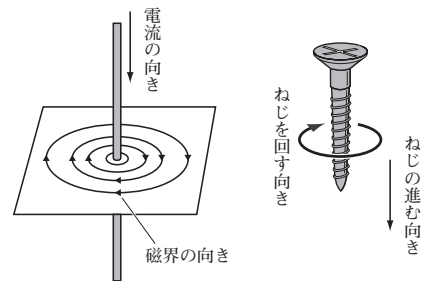
解説

- (1) 電流が流れているコイルの周りには、コイル

図5

を中心にして同心円状の磁界ができます。そして、その磁界の向きは図5のように、電流の流れる向きに右ねじの進む向きを合わせたときの、ねじを回す向きになります。

つまり、コイルの周りには、電流の流れる方向に向かって右回りに同心円状の磁界ができます。磁界の向きは、方位磁針のN極が指す向きなので、Aの位置では、ウの向きを指します。

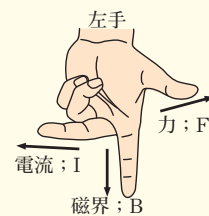


- (2) 磁界の中を流れる電流は、磁界から力を受けます。その力の向きは、電流の向き、磁界の向きの両方に垂直で、電流の向き、磁界の向きのどちらか一方だけが逆になると、受ける力の向きは逆になります。アルミ棒が磁石Aから磁石Bの方へ移動すると、磁石Aと磁石Bでは磁界の向きが逆になっているので、アルミ棒を流れる電流が磁界から受ける力の向きは逆になります。

POINT

フレミングの左手の法則…左手の親指、人差し指、中指をそれぞれが直角になるようにのばし、人差し指を磁界の向きに合わせ、中指を電流の向きに合わせると、親指の向きに力が生じる。

電流が磁界から受ける力の向きは、フレミングの左手の法則で確認できる。



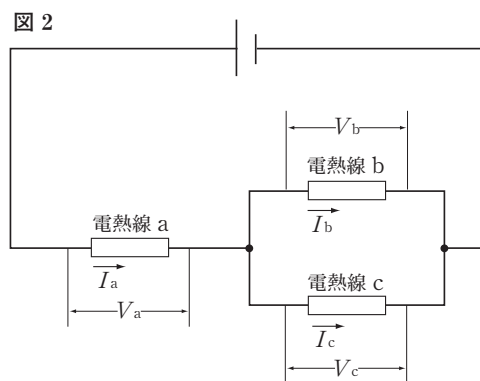
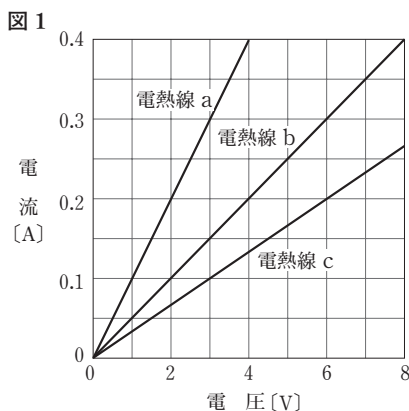
- (3)(i) 棒磁石をコイルに出し入れすることによってコイルの中の磁界が変化し、コイルに電圧が生じて電流が流れます。この現象を電磁誘導といい、電磁誘導で生じる電流を誘導電流といいます。
- (ii) 誘導電流の向きは、磁石の極をコイルに入れるときと出すときでは逆になり、磁石のS極とN極を変えても逆になります。また、電磁誘導は、コイルの中の磁界が変化したときに起こる現象です。コイルも棒磁石も静止している状態では、コイルの中の磁界が変化しないので、電磁誘導は起こらず、検流計の針はふれません。

入試特訓 中2物理・生物

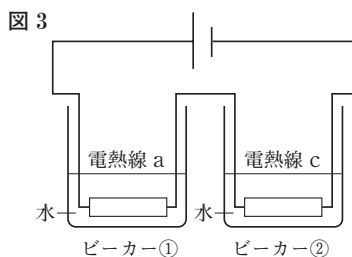
添削問題 解答解説

1

図1は、電熱線a, b, cのそれぞれに電圧をかけたときの電圧の大きさと、電熱線を通る電流の大きさの関係を表したものです。この電熱線を使い、図2のような回路をつくりました。 $V_a \sim V_c$, $I_a \sim I_c$ は、電熱線a～cにかかる電圧、流れる電流をそれぞれ示しています。次の問に答えなさい。(配点 25)



- 電流 I_b , I_c の大きさの比を、最も簡単な整数の比で答えなさい。(6点)
- 電流 I_a の大きさが 1.0A のとき、電圧 V_b の大きさは何 V ですか。(6点)
- 図2の回路全体の抵抗は何 Ω ですか。(6点)
- 図3のように、電熱線a, cを直列につなぎ、同量の水の入ったビーカー①, ②にそれぞれ入れました。この回路に一定時間電流を流したところ、ビーカー①の水温が 3.0°C 上昇しました。このとき、ビーカー②の水温は何 $^\circ\text{C}$ 上昇しましたか。ただし、電熱線から発生した熱はすべて水温の上昇に使われたものとします。(7点)

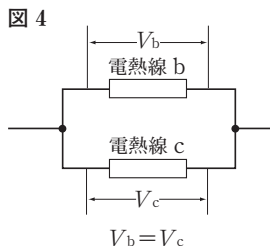


解答

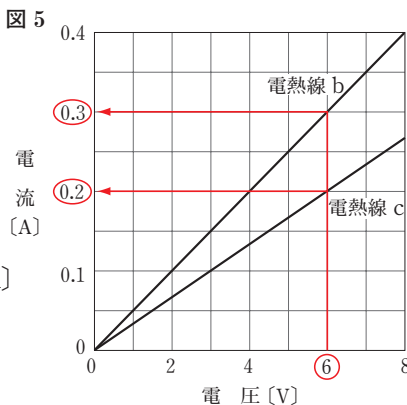
- (1) $I_b : I_c = 3 : 2$ (2) 12V (3) 22 Ω (4) 9.0°C

解説

(1) 問題の図2において、電熱線b, cは並列につながれているので、それぞれにかかる電圧の大きさは等しくなります(図4)。よって、問題の図1で、等しい電圧における、電熱線b, cの電流の大きさをそれぞれ読みとり、その比を求めます。



たとえば、電熱線b, cに6Vの大きさの電圧がかかっていた場合は、電流の大きさはそれぞれ0.3A, 0.2Aなので(図5)



$$I_b : I_c = 0.3 \text{ [A]} : 0.2 \text{ [A]}$$

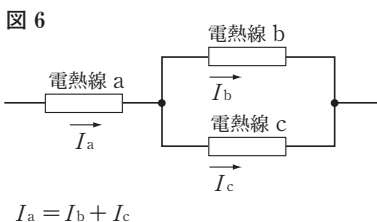
$$= 3 : 2$$

となります。

(2) 問題の図2において、 I_a , I_b , I_c の大きさは

$$I_a = I_b + I_c$$

の関係があります(図6)。よって、 I_a の大きさが1.0Aのとき



$$I_b + I_c = 1.0 \text{ [A]}$$

となります。また、並列つなぎの抵抗にかかる電圧は等しいことから、 I_b と I_c の電流の大きさの比は、問題の図1より

$$I_b : I_c = 3 : 2$$

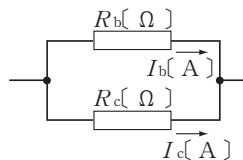
です。したがって、1.0Aを比例配分して I_b の大きさを求めます。

$$I_b \text{ [A]} = 1.0 \text{ [A]} \times \frac{3}{3+2} = 0.6 \text{ [A]}$$

問題の図1より、電熱線bに、0.3Aの電流が流れているとき、かかる電圧の大きさは6Vです。いま、電熱線bには(0.3×2=)0.6Aの電流が流れているので、かかる電圧 V_b の大きさは(6×2=)12Vとなります。

さらにくわしく

抵抗を並列につないだとき、それぞれの抵抗を流れる電流の大きさは、抵抗の大きさと逆の比になっている。



$$R_b : R_c = I_c : I_b$$

注意しよう

1本の電熱線において、電圧の大きさと電流の大きさは比例関係にある。これをオームの法則という。

- (3) 電熱線aを流れる電流の大きさ(I_a)1.0Aのときを考えると、問題の図1より、かかる電圧 V_a の大きさは10Vであることがわかります。また、図1より I_b , I_c に同じ電圧がかかったときの電流の大きさの比は、3:2なので、 $I_b = 0.6A$, $I_c = 0.4A$ です。よって、 $V_b (=V_c) = 12V$ になります。したがって、「電源の電圧の大きさ」は

$$\begin{aligned} \text{電源の電圧 [V]} &= V_a \text{ [V]} + V_b \text{ [V]} \\ &= 10 \text{ [V]} + 12 \text{ [V]} \\ &= 22 \text{ [V]} \end{aligned}$$

です。「電源から流れる電流の強さ」は1.0Aなので、回路全体の抵抗は、オームの法則より、次のようになります。

$$\begin{aligned} &\text{回路全体の抵抗 } [\Omega] \\ &= \frac{\text{電源の電圧の大きさ [V]}}{\text{電源から流れる電流の強さ [A]}} \\ &= \frac{22 \text{ [V]}}{1.0 \text{ [A]}} = 22 \text{ } [\Omega] \end{aligned}$$

[別解]

図1からそれぞれの電熱線の抵抗を求めても、答えを導くことができます。

電熱線aは、4Vの電圧がかかるときに0.4Aの電流が流れていることから、抵抗は

$$\text{抵抗 } [\Omega] = \frac{\text{電圧 [V]}}{\text{電流 [A]}} = \frac{4 \text{ [V]}}{0.4 \text{ [A]}} = 10 \text{ } [\Omega]$$

です。同様に電熱線bの抵抗は20 $[\Omega]$ 、電熱線cの抵抗は30 $[\Omega]$ です。

電熱線b, cが並列になっている部分全体の抵抗は、

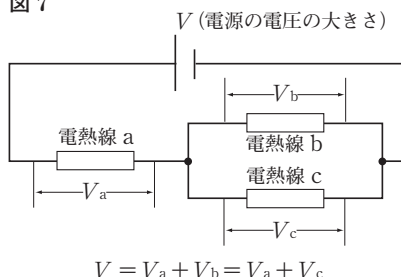
$$\begin{aligned} &\frac{1}{\text{並列部分の抵抗 } [\Omega]} \\ &= \frac{1}{\text{電熱線bの抵抗 } [\Omega]} + \frac{1}{\text{電熱線cの抵抗 } [\Omega]} \\ &= \frac{1}{20 \text{ } [\Omega]} + \frac{1}{30 \text{ } [\Omega]} = \frac{1}{12 \text{ } [\Omega]} \end{aligned}$$

より、12 Ω です。

よって、回路全体の抵抗の大きさは、

$$\begin{aligned} &\text{電熱線aの抵抗 } [\Omega] + \text{並列部分の抵抗 } [\Omega] \\ &= 10 \text{ } [\Omega] + 12 \text{ } [\Omega] = 22 \text{ } [\Omega] \end{aligned}$$

図7



- (4) 電熱線a, cから発生する熱は, 消費する電力に比例します。電力は次の式で求めることができます。

$$\text{電力 [W]} = \text{電圧 [V]} \times \text{電流 [A]}$$

この回路は直列回路なので, 電熱線a, cを流れる電流の大きさは同じです。よって, 電力は電圧の大きさに比例します。

問題の図1で, 等しい電流における, 電熱線a, cの電圧の大きさをそれぞれ読みとると, 電熱線cにかかる電圧の大きさは, 電熱線aにかかる電圧の大ききの3倍です (図8)。よって, 電熱線cで発生する熱は, 電熱線aで発生する熱の3倍になります。

したがって, 電熱線cの入ったビーカー②の水温上昇は, 電熱線aの入ったビーカー①の水温上昇 3.0°C の3倍の 9.0°C となります。

さらに詳しく

発熱量は, 消費電力と電流が流れた時間に比例する。これをジュールの法則という。

問題では, 電熱線a, cに電流が流れた時間は同じなので, 消費電力についてのみ考える。

