

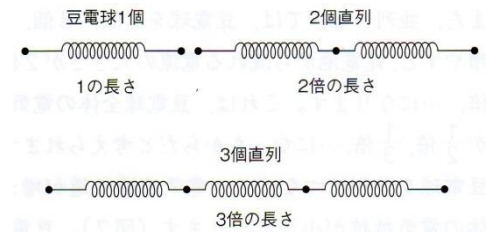
豆電球の明るさ(電流)

豆電球の明るさは、**電流(A) = 電圧(E) ÷ 抵抗(R) … オームの法則** で求めます。

このとき、**豆電球1個にかかる電圧の大きさ** を求めると解きやすくなります。

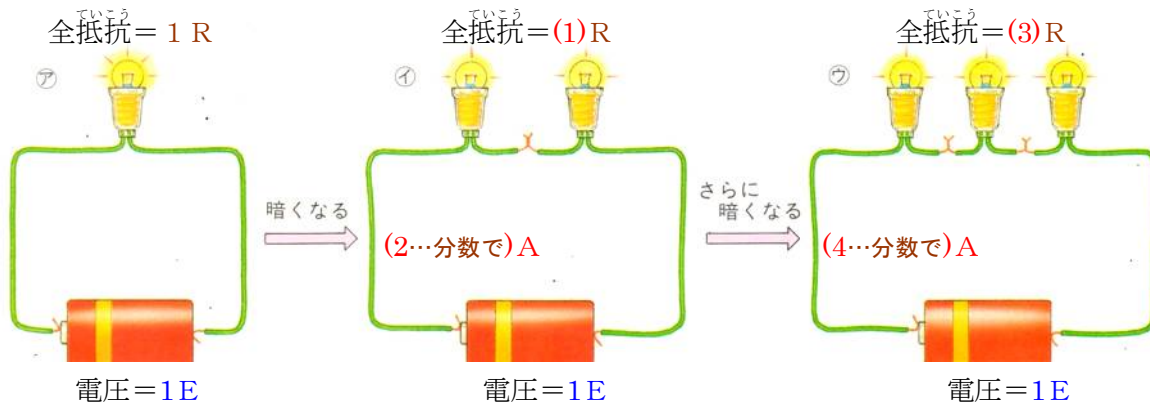
①豆電球の直列つなぎ

豆電球1個の抵抗を  $1R$  としたとき、豆電球を2個・3個と、直列つなぎにすると、全抵抗(全体を1つの豆電球と考えたときの抵抗)は  $2R \cdot 3R$  と増えていきます。

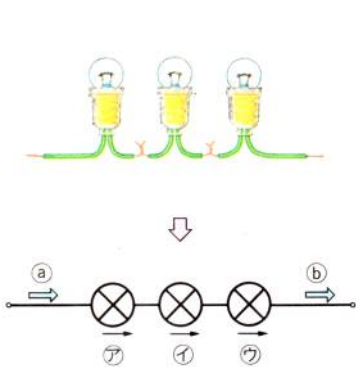


○電流を  $1E \div 1R = 1A$  としたとき、下の配線図の抵抗と電流の大きさを数字で答えなさい。

この回路の流れる電流は、抵抗に**反比例**して減っていきます。



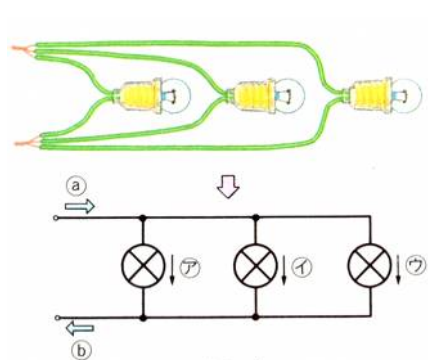
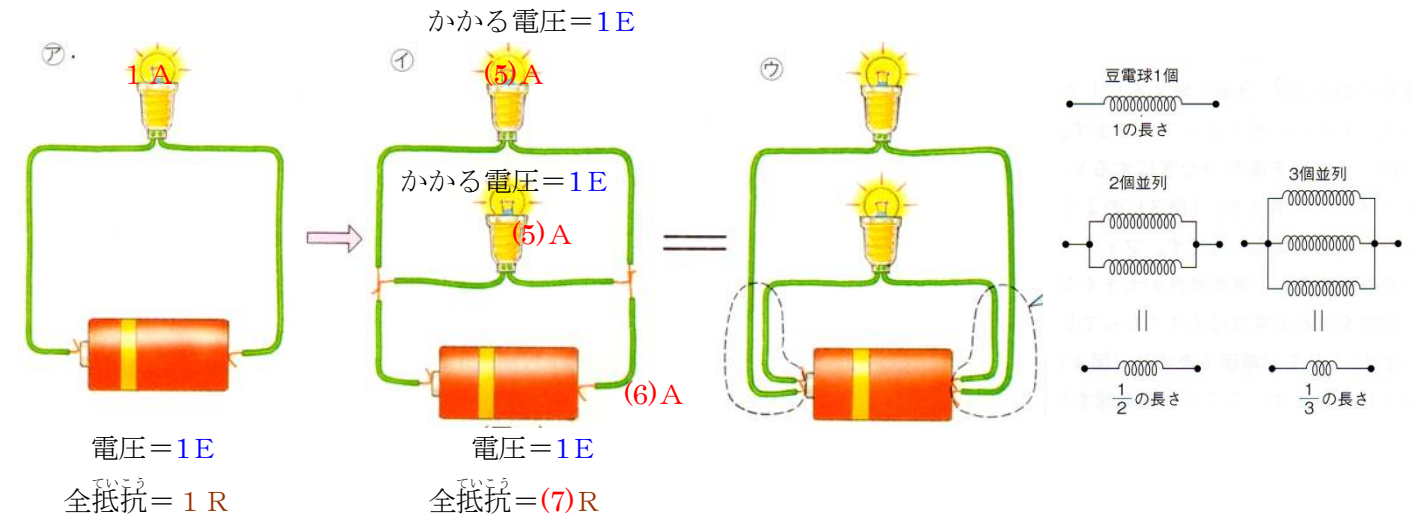
電流が減っていくのは、豆電球1個にかかる電圧が  $1/2$ 、 $1/3$  と分かれて、小さくなっていくからです。



**確認** 直列つなぎの電流の通り道は1つだけのため、3個の豆電球の両端に乾電池1個分の  $1E$  の電圧がかかっています。そのため、それぞれの豆電球には、 $1/3E$  ずつの電圧しかかからず、1個の豆電球に流れる電流は  $1/3A$  になります。そして、3個の豆電球の抵抗はすべて同じ大きさのため、それぞれに  $1/3A$  の同じ電流が流れるのです。

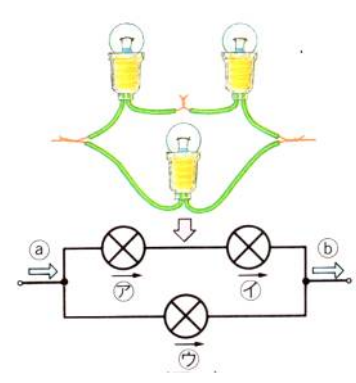
全体の電流を求めるときは  $1E \div 3R = 1/3A$  と計算します。

②豆電球の並列つなぎ…豆電球が2個・3個と並列つなぎにすると、それぞれの豆電球に  $1E$  の同じ大きさの電圧がかかるため、それぞれに同じ大きさの電流が流れます。そのため、乾電池1個から出ていく電流は2個分・3個分と増えていき、乾電池の寿命は短くなります。これを全体で見ると、全抵抗は  $1/2R \cdot 1/3R$  と減っています。



**確認** 1個の豆電球に  $1E$  ずつの電圧がかかっているため、それぞれの豆電球には  $1A$  ずつの電流が流れます。そして、㉗点と㉘点には3個の豆電球に流れている電流が集まるため  $(8)A$  になり、全体の抵抗は  $(9)R$  になるのです。いきなり、㉗点または㉘点に流れる電流を出すときは、  
 $1E \div (9)R = (8)A$  で求めます。

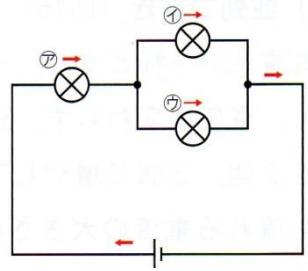
②豆電球の直並列つなぎ



この回路では、㉗+㉘の両端と、㉙の両端に  $1E$  ずつの電圧がかかっているため、㉗の電流=㉘の電流= $(10)A$  の電流が流れています。  
また、㉙の豆電球には  $1A$  の電流が流れていますから、㉗点の電流=㉘点の電流= $(11)A$  の大きさです。  
ここでの豆電球は、㉙が一番明るく、㉗と㉘は同じ明るさです。  
また、はじめから㉗点に流れる電流を出すときは、全体の抵抗を求める必要があります、覚えておくと便利なのが、直並列回路になっているときの  
**抵抗の求め方 = 積/和 = (和分の積)** です。

これを使ったときの回路の全抵抗は  $(12)R$  で、㉗点に流れる電流は  $1E \div (12)R = (11)A$  になります。

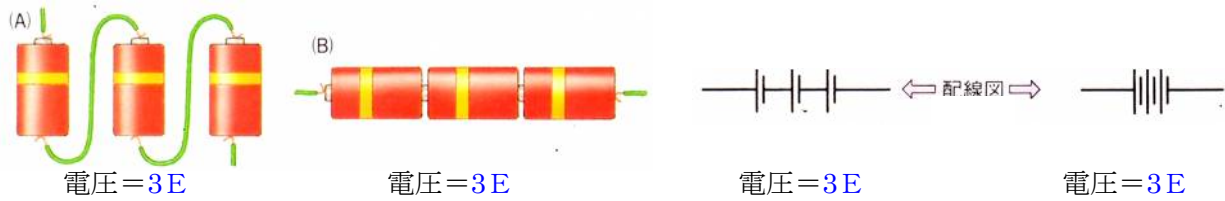
応用



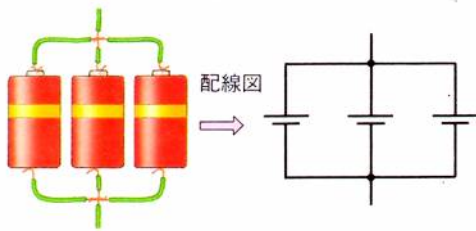
全体は直列回路です。直列回路は1本の通り道しかないため、どちらにも同じ電流が流れています。このときの㉗の抵抗と(㉘+㉙)の全抵抗の比は  $2:1$  です。そこに同じ大きさの電流を流すため、電圧の比も  $2:1$  なのです。  
つまり、㉗には  $2/3E$  の電圧がかかり、㉘と㉙には  $1/3E$  ずつの電圧がかかっています。そのため、㉗には  $(13)A$  の電流が流れ、㉘の電流=㉙の電流= $(14)A$  です。  
つまり、㉗の電流=(㉘+㉙)の電流になります。

① 乾電池の直列つなぎと並列つなぎ

○ 乾電池の直列つなぎ…乾電池が2個・3個になると、電圧は  $2E \cdot 3E$  と増えていきます。



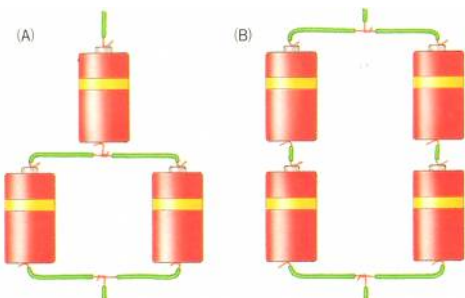
○ 乾電池の並列つなぎ



乾電池が2個・3個と並列つなぎになっても、電圧は  $1E$  のまま変わりません。しかし、それぞれが全電流を分担して流すようになるため、電池は1個のときよりも長持ちします。

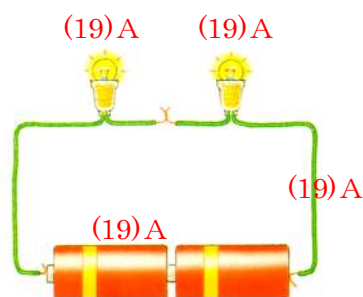
左では電圧  $=1E$  のままです。しかし、1個の乾電池  $1/3$  ずつしか流していません。

② 乾電池の直列つなぎと並列つなぎの組み合わせ

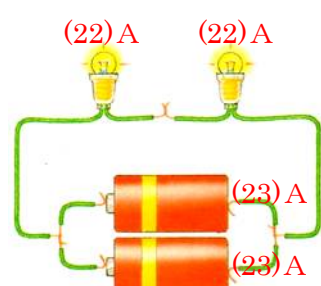


Ⓐの全体の電圧は  $(15)E$  で、Ⓑの全体の電圧は  $(16)E$  です。

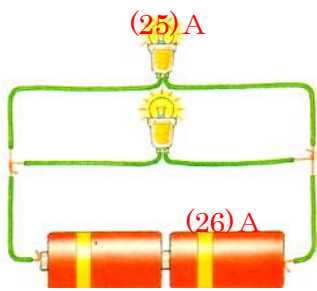
③ 豆電球の明るさのまとめ



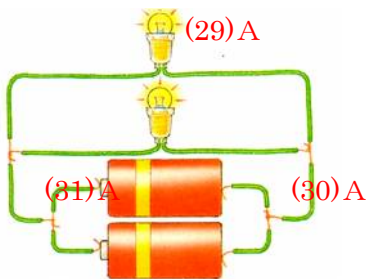
$(17)E$  の電圧が、全体の抵抗  $= (18)R$  にかかっていますから、全てに  $(19)A$  の同じ電流が流れています。



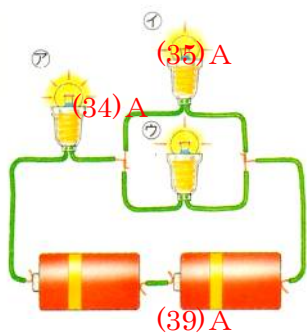
$(20)E$  の電圧が全体の抵抗  $= (21)R$  にかかっていますから、豆電球には  $(22)A$  の同じ大きさの電流が流れ、乾電池はそれぞれが  $(23)A$  の電流を流しています。



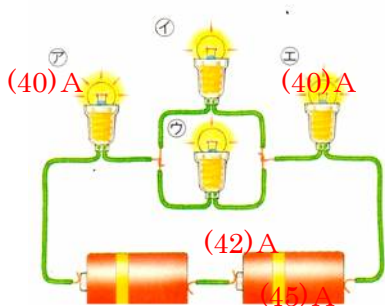
1個の豆電球には(24)Eの電圧がかかっていますから、1個の豆電球には(25)Aの電流が流れ、全体では(26)Aが流れています。乾電池は(26)Aの電流を流し、全抵抗は(27)Rです。



1個の豆電球には(28)Eの電圧がかかっていますから、豆電球1個には(29)Aの電流が流れ、全電流は(30)Aです。乾電池1個には(31)Aの電流が流れています。



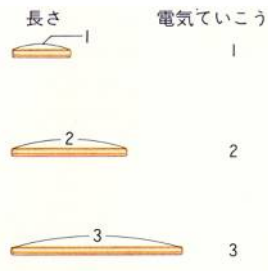
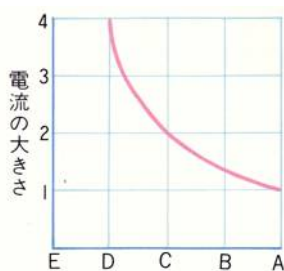
抵抗の比は(32...?:?)のため、㊸にかかっている電圧は(33...分数で)Eです。そのため、㊸に流れる電流は(34)Aで、㊹に流れる電流は(35)Aです。乾電池1個には(36)Aの電流が流れています。全抵抗は(37)Rです。



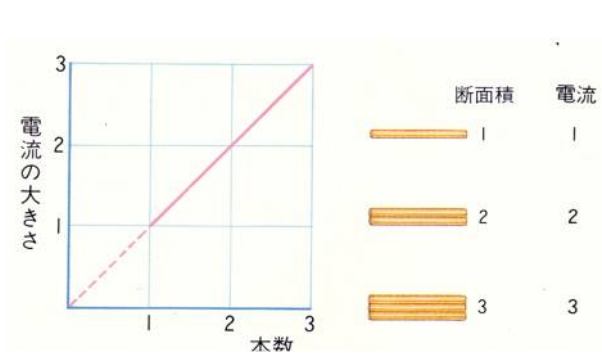
抵抗の比は(38...?:?:?)のため、㊸にかかる電圧は(39...分数で)Eです。㊸と㊹には(40)Aの同じ大きさの電流が流れ、㊺と㊻には(41)Aずつの電流が流れています。乾電池1個には(42)Aの電流が流れています。全抵抗は(43)Rです。

電熱線と長さの関係

抵抗は長さに比例し、断面積に反比例します。



抵抗の長さが2倍・3倍になると、抵抗も2倍・3倍になります。左は電流の大きさと抵抗の大きさの関係を表した反比例のグラフです。抵抗が5倍になったため、電流は(44)倍になっています。

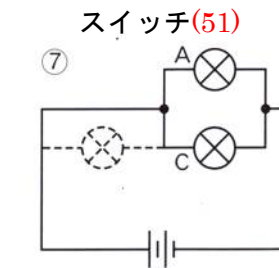
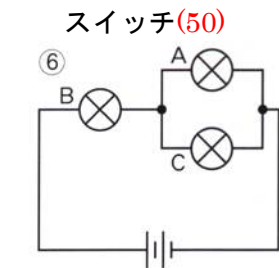
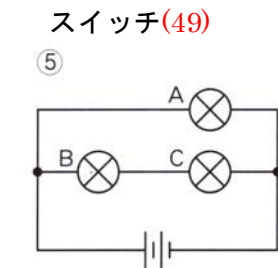
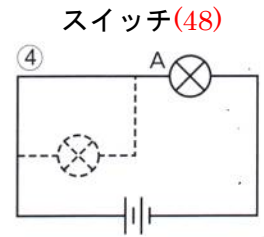
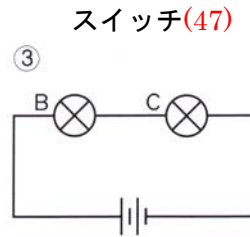
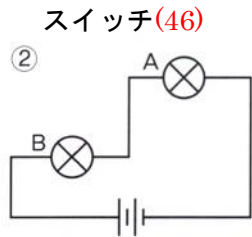
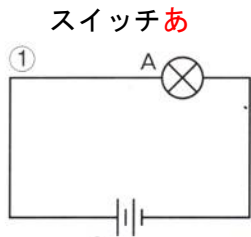
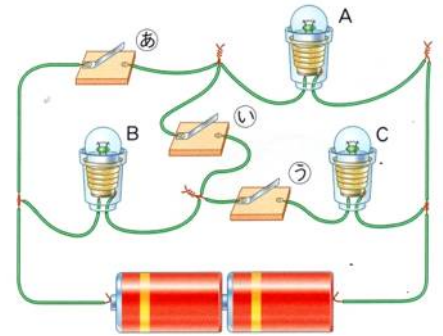


また、断面積が2倍・3倍になると、抵抗は $1/2$ 倍・ $1/3$ 倍になります。左は電流の大きさと導線の本数をあわした(正)比例の関係を表したグラフです。導線を並列に2本・3本とつなぐことで断面積が増え、抵抗が $1/2$ 倍・ $1/3$ 倍と減っています。

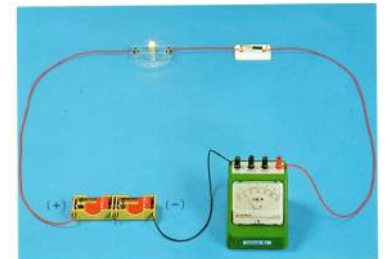
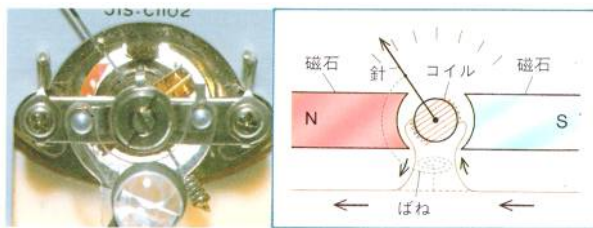
このことから、導線を半径が3倍のものと取りかえるとていくと、電流は(45)倍となることが分かります。

いろいろな回路

下の①～⑦の回路は、右図のどのスイッチ(あ～え)を入れたときですか。それぞれ選びなさい。ただし、入れるスイッチは1つだけとはかぎりません。また、点線のところは、そのスイッチをいれても全体には関係しないことを表しています。



電流計の使い方



電流計は導線(コイル)に流す電流の大きさによって、磁力が変化することを利用してつくられています。そのため、電流計は必ず回路に(52…直列か並列で)につなぐことや、赤い方の(53…+か-)の端子から電流を入れることなどの注意が必要です。これと反対に、電圧計は回路に(54…直列か並列で)につなぎます。



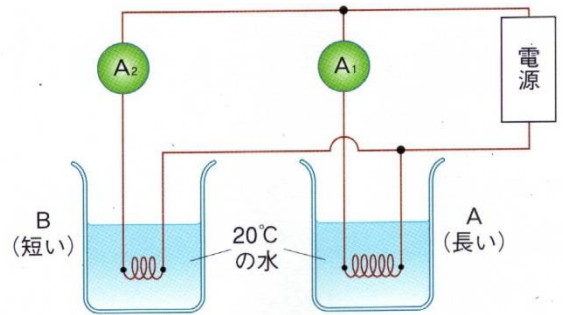
電熱線のつなぎ方と発熱

①並列つなぎ

○長さのちがう電熱線

材質と太さが同じで、長さが長いAと短いBを、同じ量の水を入れたビーカーにそれぞれ入れて、水温の変化を調べると表のようになりました。

電熱線	電流 (A)	水温の変化(°C)				
		0分	1分	2分	3分	4分
A	1.5	20	23	26	29	(2)
B	2.5	20	25	30	35	(3)

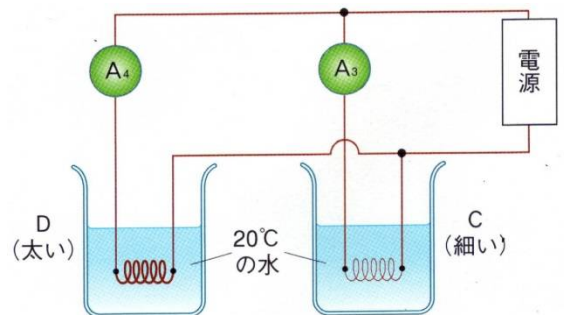


並列つなぎのため、どちらにも同じ電圧がかかり、電流の比は(1...?:?)です。そのため、温度上昇も同じ比になっていることが分かります。4分後の水温は(2)°C・(3)°Cです。

○太さのちがう電熱線

材質と長さが同じで、細い電熱線Cと太い電熱線Dを、同じ量の水を入れたビーカーにそれぞれ入れて、水温の変化を調べると表のようになりました。

電熱線	電流 (A)	水温の変化(°C)				
		0分	1分	2分	3分	5分
C	1.5	20	23	26	29	(5)
D	3.0	20	26	32	38	(6)



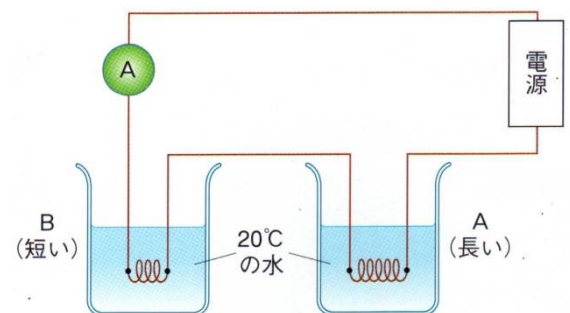
これも、並列つなぎのため、同じ電圧がかかり、電流の比は(4...?:?)です。そのため、温度上昇も同じ比であることが分かります。5分後の水温は(5)°C・(6)°Cです。

②直列つなぎ

○長さのちがう電熱線

材質と太さが同じで、長さが長いAと短いBを、同じ量の水を入れたビーカーにそれぞれつけて、水温の変化を調べると表のようになりました。

電熱線	電流 (A)	水温の変化(°C)				
		0分	1分	2分	3分	6分
A	0.9	20	21	22	23	(8)
B	0.9	20	20.6	21.2	21.8	(9)

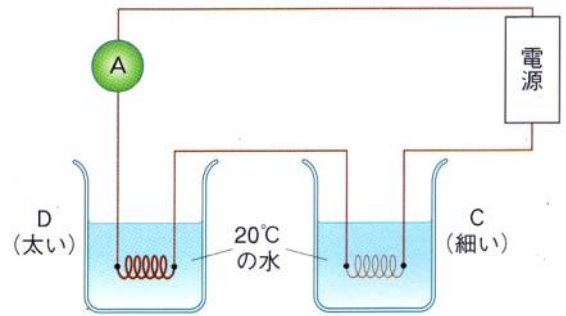


直列つなぎのため、同じ電流が流れています。そのため、抵抗が大きいAの方に多くの電圧がかかり、その電圧の比は温度上昇を見ると(7...?:?)と分かります。これより、抵抗の比も同じで、6分後の水温は(8)°C・(9)°Cと分かります。

○太さのちがう電熱線

材質と長さが同じで、細い電熱線Cと太い電熱線Dを、同じ量の水を入れたビーカーにそれぞれつけて、水温の変化を調べると表のようになりました。

電熱線	電流 (A)	水温の変化(°C)				
		0分	1分	2分	3分	7分
C	1.0	20	21.4	22.8	24.2	(11)
D	1.0	20	20.7	21.4	22.1	(12)



同じ電流が流れるため、抵抗の比は温度上昇を見て、(10...? : ?で)とわかります。7分後の水温は(11)°C・(12)°Cです。

③水の量と上昇温度

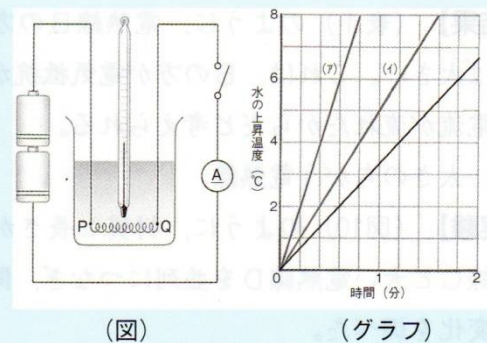
水の量が2倍・3倍になると、水の温度上昇は(13)倍・(14)倍と(15...正比例か反比例で)の関係になります。

まとめ...発熱は、 $\text{電力(W)} = \text{電圧(V)} \times \text{電流(A)}$  の関係を使ってどちらが大きいかを求めます。

**並列回路**のときは電気抵抗にかかる電圧がどちらも同じ大きさになるため、電気抵抗が小さい方に多くの電流が流れ、電気抵抗が小さい方の発熱が大きくなります。

**直列回路**のときは、すべての電気抵抗に同じ大きさの電流が流れるために、電気抵抗の大きい方に高い電圧がかかり、電気抵抗の大きい方の発熱が大きくなります。

**例題2** 2本の電熱線A・Bを、(図)のように配線したビーカー内のPQ間につなぎ、発熱のようすを調べました。電熱線の太さはどれも同じで、長さはAが10cm、Bが20cmです。また、ビーカー内の水の量を同じにして実験したときの結果をまとめると、(グラフ)のようになりました。



(1) (図)のPQ間にそれぞれ電熱線をつないでスイッチを入れたとき、電流計の針が大きくふれるのは、A・Bのどちらですか。 (16)

(2) Bの場合、水温の変化をグラフに表すと、(グラフ)の(ア)・(イ)のどちらですか。 (17)

(3) (図)のPQ間にAの電熱線をつないで電流を3分間流しました。(グラフ)から、水の温度は何°C上がると考えられますか。 (18)°C

(4) (図)のビーカーの水の量を2倍にし、PQ間にBの電熱線をつなぎました。電流を6分間流したとき、水の温度は何°C上がると考えられますか。 (19)°C