テーマ 36

オームの法則

中1 中2 中3

イントロダクション

◆ 合成抵抗（ごうせいていこう） ➡ 並列回路での合成抵抗が重要。計算はもちろん，合成抵抗の大小を判別できるようにしよう。

◆ オームの法則 ➡ 直列回路と並列回路での電流・電圧・抵抗の関係をおさえた上で，計算練習をしよう。

◆ グラフの読み取り ➡ 直列回路と並列回路での読み取り方をマスターしよう。

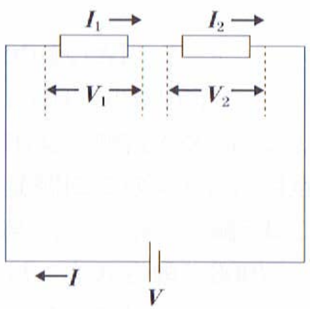
直列回路，並列回路での電流・電圧

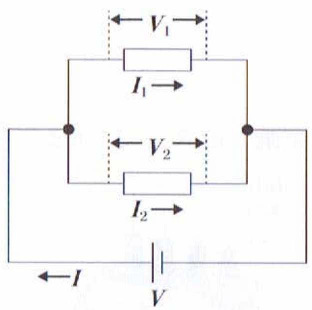
直列回路，並列回路における電流や電圧について学習していこう。

まず，電源の電圧をV，各抵抗にかかる電圧をV_1，V_2，回路全体に流れる電流をI，各抵抗に流れる電流をI_1，I_2として，関係を式に表すと次のようになるよ。

【直列回路】
電圧：$V = V_1 + V_2$
電流：$I = I_1 = I_2$

【並列回路】
電圧：$V = V_1 = V_2$
電流：$I = I_1 + I_2$





直列回路では，電源の電圧は各抵抗の両端にかかる電圧の和と等しくなっていて，回路に流れる電流はどこでも等しいんだ。

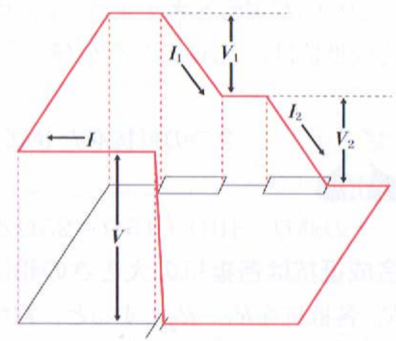
並列回路では，電源の電圧と各抵抗の両端にかかる電圧が等しく，電源を流れる電流は各抵抗に流れる電流の和と等しいんだよ。

イメージするのがむずかしいですね。

電流や電圧は，よく川の流れとして説明されるんだ。電圧は「高さ（落差）」，電流は「水量」としてイメージするとわかりやすい。そして，電源は水を持ち上げる「ポンプ」のようなはたらきをしていると考えるんだ。

まずは，直列回路から見ていくよ。ポンプ（電源）によって持ち上げられた水は，回路という川を流れていく。川の途中にある抵抗は，水が落ちるイメージでとらえよう。右の図のように，2つの抵抗がある場合，1つ目の落差V_1と2つ目の落差V_2の和が，持ち上げられた高さ（落差）Vと等しくなるんだ。2つの抵抗を通った水は再び電源で持ち上げられて，回路を流れていく。だから，$V = V_1 + V_2$となるんだ。

直列回路での電流・電圧のイメージ



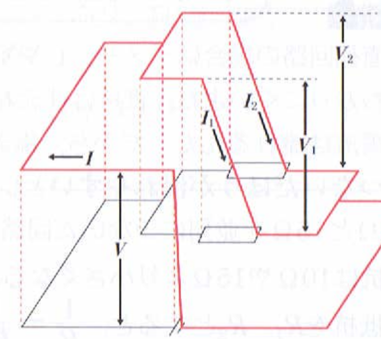
また，川は枝分かれしていないので，電源での水量Iと1つ目の抵抗の水量I_1，2つ目の抵抗の水量I_2は等しくなっている。だから，$I = I_1 = I_2$となるんだよ。

次は並列回路だよ。

ポンプ（電源）によって持ち上げられた水は，分岐点でI_1，I_2に分かれて流れていく。だから，電源での水量Iは，それぞれの抵抗に流れる水量I_1，I_2の和になるんだ。つまり，$I = I_1 + I_2$となるんだ。

また，それぞれの抵抗の落差V_1，V_2は，ポンプによって持ち上げられた高さVと等しくなっているよね。だから，$V = V_1 = V_2$となる。

並列回路での電流・電圧のイメージ



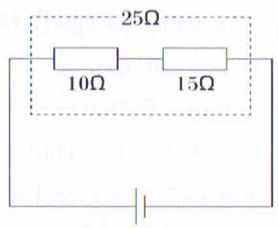
合成抵抗

回路に2つ以上の抵抗がある場合，それらを1つの抵抗としてみたときの抵抗の大きさを**合成抵抗**というよ。

【直列回路での合成抵抗】

右の図のように，10Ωと15Ωの抵抗を直列につないだ場合を考えよう。この場合，回路の合成抵抗は，25Ωになるんだ。

直列回路の合成抵抗



2つの抵抗をたせばよいですか？

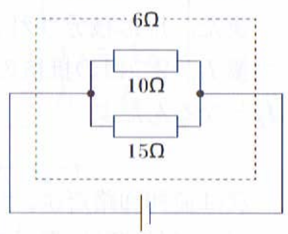
その通り。10Ω＋15Ω＝25Ωと計算できるんだ。つまり，**直列回路の合成抵抗は各抵抗の大きさの和**になるんだ。直列回路では，合成抵抗をR，各抵抗をR_1，R_2とすると，$R=R_1+R_2$という関係になるんだ。

【並列回路での合成抵抗】

今度は，並列回路の場合を見ていくよ。

右の図のような10Ωと15Ωを並列につないだ回路の場合の合成抵抗は，6Ωになるんだ。

並列回路の合成抵抗



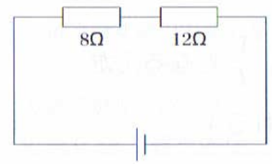
どうして，10Ωと15Ωの抵抗を使っているのに6Ωになるんですか？

直列回路の場合はイメージしやすいと思うけれど，並列回路の場合は少しわかりにくいよね。抵抗は「流れにくさ」を表すけれど，抵抗があっても電流は流れるんだ。だから，電流が通る道が**1本の場合より2本を並列につないだほうが流れやすい**ということなんだ。10Ωだけの回路より，10Ωと15Ωを並列につないだ回路のほうが電流は流れやすいから，合成抵抗は10Ωや15Ωより小さくなるんだよ。並列回路では，合成抵抗をR，各抵抗をR_1，R_2とすると，$\dfrac{1}{R}=\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}$という関係になるんだ。この式を変形すると，$R=\dfrac{R_1\times R_2}{R_1+R_2}$（$\dfrac{積}{和}$）となるよ。

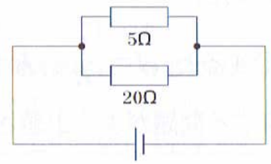
問題

1　次の回路における合成抵抗を求めなさい。

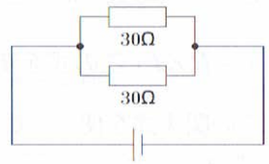
(1)



(2)

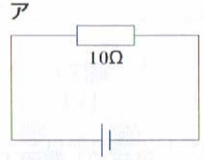


(3)

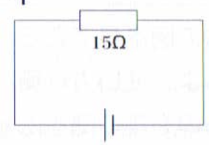


2　次のア～エを合成抵抗の小さい順に並べよ。

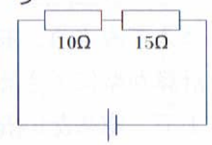
ア



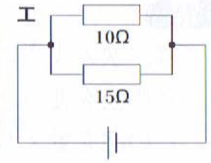
イ



ウ



エ



解説

1 (1)　直列回路だから，**各抵抗の和**が合成抵抗になる。よって，8Ω＋12Ωで求められる。

(2)　並列回路だから，$\dfrac{積}{和}$で求められる。式：$\dfrac{5\times20}{5+20}$〔Ω〕

(3)　(2)と同様に求められるが，**同じ抵抗が2つ並列につないである場合は，1つの抵抗の$\dfrac{1}{2}$になる。**

2　計算をして求めることもできるが，この場合は**計算しないで求められるようにすること**。時間の短縮だけでなく，抵抗の大きさがわからない場合にも対応できるようになる。**ウ**は直列回路だから各抵抗の和となり，**エ**は並列回路だから各抵抗より小さくなることを考えると判断できる。

解答　1 (1)　**20Ω**　(2)　**4Ω**　(3)　**15Ω**
2 **エ，ア，イ，ウ**

オームの法則

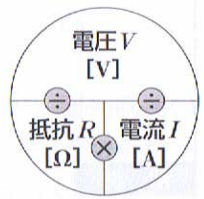
オームの法則は，「回路に流れる**電流は電圧に比例する**」という法則のことで，次の式が成り立つんだ。

$V=R\times I$　この式を変形すると，$I=\dfrac{V}{R}$，$R=\dfrac{V}{I}$ となるんだ。

この関係式を使って計算する問題がよく出題されるよ。

公式を覚えるのがどちらかというと苦手なんですが，いい方法はないですか？

では，次のように考えてみよう。右の図を見てごらん。この図を使うと計算が楽にできるよ。使い方は簡単。この図を覚えた上で，求めたいものを指で隠すんだ。

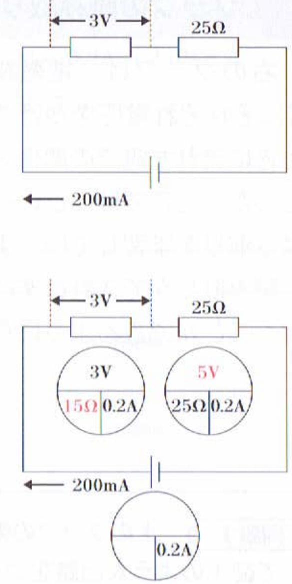


例えば，電圧を求めたければ，電圧の部分を指で隠す。そして残った抵抗と電流をかければ電圧が求まるんだ。同じように，抵抗を求めたければ，抵抗を指で隠す。このときは，電圧÷電流をするんだけど，電圧÷電流は分数で表すと，$\dfrac{\text{電圧}}{\text{電流}}$ となるよね。だから，図のまま分数にしてあげればいいんだよ。電流を求めるときも同じようにすればいいよ。

便利ですね！　図を覚えておけば関係式もすぐ出てきますね。ほかに注意することはありますか？

あるよ。電流の単位には，AとmAがあったけど，**オームの法則の計算では，電流の単位は必ずA（アンペア）を使う**んだ。例えば，300mAと出てきた場合は，300mA＝0.3Aだから，0.3Aを式に代入するんだ。また，「何mAですか」と聞かれた場合には，A（アンペア）で求めたものをmA（ミリアンペア）に変換して解答するんだよ。

問題 1　右の回路で，電源の電圧は何Vか。



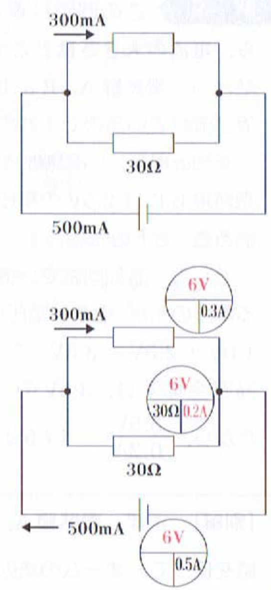
解　説　まずは，電源と抵抗の近くに，アルファベットのTの字を書く。これは，前のページでやった指で隠す図の中身の部分だ。そこにわかっている3Vと25Ωを書き込む。**直列回路では，各部に流れる電流が等しい**ので，すべてのTの字の右下に電流の値0.2Aを書き込む。オームの法則では必ずmAをAに変換して計算することに注意しよう。これらは黒字で書き込んである。

そして，2カ所わかっている部分をオームの法則を使って計算すると，$\dfrac{3\text{V}}{0.2\text{A}}$ = 15Ω，25Ω × 0.2A = 5Vとなる。赤字で書いてあるのが計算結果だ。

直列回路では各部の電圧の和が電源の電圧になるので，3V + 5V = 8Vとなる。合成抵抗が15Ω + 25Ω = 40Ωとなることから，40Ω × 0.2A = 8Vと計算してもよい。

解　答　8V

問題 2　右の回路で，合成抵抗は何Ωか。



解　説　上と同じようにTの字に0.3Aと0.5A，30Ωを書き込む。この回路は**並列回路だから，電源に流れる電流は各抵抗に流れる電流の和と等しい**ので，30Ωの抵抗には，0.5A − 0.3A = 0.2Aの電流が流れる。そうすると，30Ωの抵抗にかかる電圧は，30Ω × 0.2A = 6Vと計算できる。**並列回路では，各部の電圧は等しい**ので，すべてに6Vを書き込む。

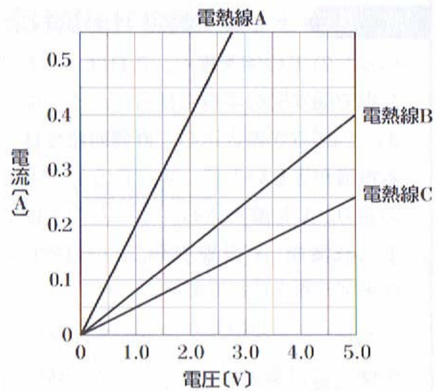
そうすると，合成抵抗は $\dfrac{6\text{V}}{0.5\text{A}}$ = 12Ωとなる。また，上の抵抗は，$\dfrac{6\text{V}}{0.3\text{A}}$ = 20Ωとなるので，30Ωと20Ωの合成抵抗として，$\dfrac{30\times20}{30+20}$ = 12Ωと計算してもよい。

解　答　12Ω

グラフの読み取り

右のグラフは，電熱線A，B，Cにそれぞれ電圧をかけて，そのときに流れた電流の関係を表したものだ。ここでは，このグラフの読み取りを学習していくよ。

読み取りができれば楽に答えを導くことができるようになるんだ。

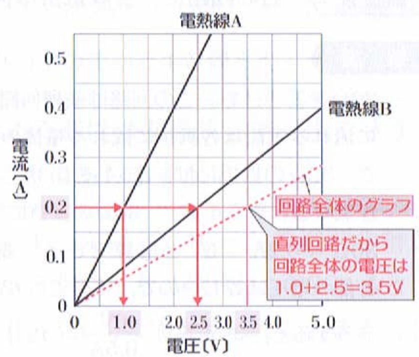


問題 1　上のグラフの電熱線 A, B を使って図 1 のような回路をつくり電圧をかけたところ，回路に 0.2A の電流が流れた。このとき電源の電圧は何 V か。また，回路全体の抵抗の大きさを求めなさい。

図1

解　説　この回路は**直列回路だから，電流の大きさはどこでも等しい**。だから，電熱線 A，B にも 0.2A の電流が流れているので，右のようにグラフを読み取ると，電熱線 A には 1.0V，電熱線 B には 2.5V の電圧がかかっていることがわかる。

そして，直列回路では各抵抗にかかる電圧の和が，電源の電圧になるから，1.0V + 2.5V = 3.5V となる。そして，回路全体では，3.5V のときに 0.2A だから，$\frac{3.5\text{V}}{0.2\text{A}}$ = 17.5Ωとなる。



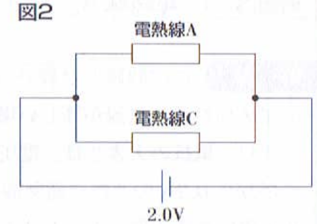
[別解]　まず，電熱線 A，B の抵抗を求めよう。抵抗は，グラフの読み取れる点の値を使って，オームの法則で求めればよい。電熱線 A の抵抗は，$\frac{1.0\text{V}}{0.2\text{A}}$ = 5Ω，電熱線 B の抵抗は，$\frac{2.5\text{V}}{0.2\text{A}}$ = 12.5Ωとなる。直列回路だから合成抵抗は 5Ω + 12.5Ω = 17.5Ωだ。電源の電圧は，回路に 0.2A 流れたから，17.5Ω × 0.2A = 3.5V となる。

このようにして，違うやり方で見直しすると正答率も上がるよ。

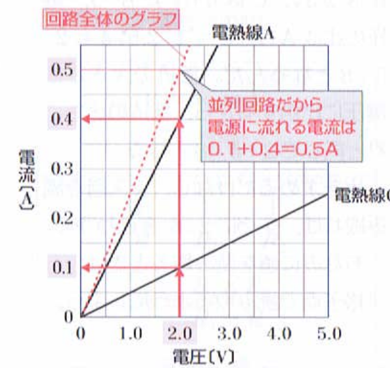
解　答　**電源の電圧　3.5V**
回路全体の抵抗　17.5Ω

問題 2　電熱線 A，C を使って図 2 のような回路をつくり，電源の電圧を 2.0V にした。このとき電源に流れる電流は何 A か。また，回路全体の抵抗の大きさを求めなさい。

図2



解　説　この回路は**並列回路だから，電圧はどこも等しい**。だから，電熱線 A，C の両端にも 2.0V の電圧がかかっている。そして，右のように読み取ると，電熱線 A には 0.4A，電熱線 C には 0.1A の電流が流れていることがわかる。並列回路では，電源に流れる電流は，各抵抗に流れる電流の和と等しくなるから，0.4A + 0.1A = 0.5A となる。回路全体の抵抗は，2.0V のときに 0.5A だから，$\frac{2.0\text{V}}{0.5\text{A}}$ = 4Ωとなる。



[別解]　まず，問題 1 と同様に電熱線 A，C の抵抗を求める。電熱線 A は 5Ω，電熱線 C は，$\frac{2.0\text{V}}{0.1\text{A}}$ = 20Ωとなる。並列回路だから，合成抵抗は，$\frac{5\times20}{5+20}$ = 4Ωだ。電源に流れる電流は，電源の電圧が 2.0V だから，$\frac{2.0\text{V}}{4\Omega}$ = 0.5A となる。

解　答　**電源に流れる電流　0.5A**
回路全体の抵抗　4Ω

ポイント 整理

直列回路

電流が等しい

→回路に流れる電流に対する電圧を読み取る

並列回路

電圧が等しい**→各部分にかかる電圧に対する電流を読み取る**

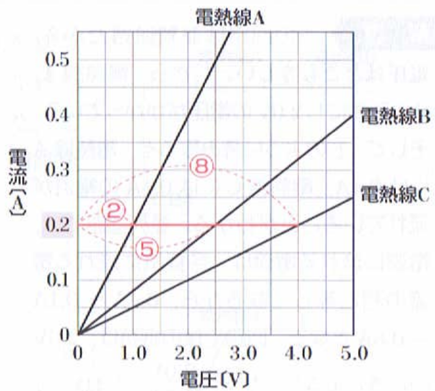
問題 3 電熱線 A，B，C の抵抗の比を求めなさい。

解 説 この問題も計算で求めることができるけれど，グラフの読み取りで簡単に求められる。**電流が等しい場合は，かかる電圧が大きいほうが抵抗は大きくなる。** つまり，**抵抗の大きさは，電圧に比例する。**

だから 0.2A のときに電熱線にかかる電圧を読み取ると，A は 1.0V，B は 2.5V，C は 4.0V だから，電圧の比は A：B：C＝1：2.5：4＝2：5：8 となるんだ。抵抗の大きさは電圧に比例するから，抵抗の比もこれと同じで 2：5：8 となる。

比を求めるだけなら，マス目を読み取れば，すぐに 2：5：8 とわかる。

ちなみに値を読み取るときは，必ず格子点で読み取るようにしよう。



［別解］ 問題 1，2 と同様に各電熱線の抵抗を求める。

電熱線 A $\dfrac{1.0\text{V}}{0.2\text{A}} = 5\Omega$

電熱線 B $\dfrac{2.5\text{V}}{0.2\text{A}} = 12.5\Omega$

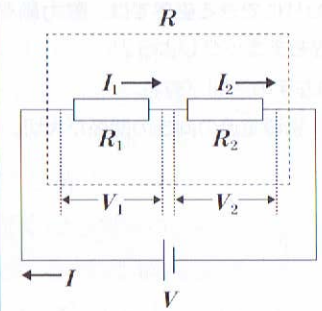
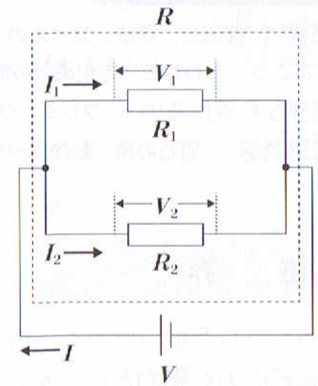
電熱線 C $\dfrac{4.0\text{V}}{0.2\text{A}} = 20\Omega$

よって，抵抗の比は，5Ω：12.5Ω：20Ω＝2：5：8

解 答 **2：5：8**

ポイント 整理

●直列回路と並列回路における電流・電圧・抵抗の関係

	直列回路	並列回路
回路図		
電流	$I = I_1 = I_2$ どこでも等しい	$I = I_1 + I_2$ 各部分の和
電圧	$V = V_1 + V_2$ 各部分の和	$V = V_1 = V_2$ どこでも等しい
抵抗	$R = R_1 + R_2$ 各部分の和	$\dfrac{1}{R} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}$ $R = \dfrac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ 和分の積