

5. オームの法則、合成抵抗



過去に第2種電気工事士の資格を取得された方の中には、計算問題を全て捨てて暗記問題だけに絞って勉強された方もおりました。実のところ、計算問題をすべてやらないと何点失うかという、10~20点です。これは合成抵抗から始まり、オームの法則、電力計算、電力損失、電圧降下、許容電流計算、諸々を含めると10問くらいはあるということです。

さて、参考書などを見られた方は、あまりの式の多さにうんざりしているのではないのでしょうか？ 参考書を見ると何故こんなに式の数を載せるのが理解できません。理解させたいのか合格させたいのか、全く意味不明と言ってもいいでしょう。



当サイトは合格を勝ち取っていただくために、必要最低限の公式や内容暗記をもとに、試験に出題されるいろいろな問題に対処していただけるように、内容を精査しております。参考書とは違ったアプローチで、10問の内の半分を取る目的に絞っています。是非、点を取るための方法を身につけてください。

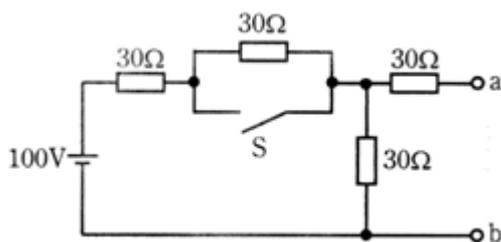
基本的なことが何も分からない人のために、最初は非常にかみ砕いて説明していますので、まどろっこしいかもしれませんが、ご了承ください。

それでは、例題をやりながら説明をしてゆきます。

出来ることなら、ノートを用意しご自分で計算をしながら進めていただくと効果的です。



例題から考えよう！



図のような回路で、スイッチSを閉じたとき、a-b端子間の電圧[V]は。

イ.30 ロ.40 ハ.50 ニ.60

さてこれを解きましようと言っても、理屈や公式が頭の中にないと解けません。

オームの法則

覚えていただきたい公式は $I = \frac{V}{R}$ です。

いわゆるオームの法則というモノです。

【Iは電流(単位はアンペア)、Vは電圧(単位はボルト)、Rは抵抗(単位はオーム)】

基本の式を変形させると以下のような式が2つできあがります

$$V=IR \quad R=\frac{V}{I}$$

一つ覚えておくと、いくらでも問題に対応できるので、覚えやすいモノを覚えましょう。

また、下記のような覚え方があります。



上、左下、右下の順に読むと、「V」、「I」、「R」です。

この読み順だとそのまま公式となるため、確実にこの公式を覚えることができます。

「ブイ・アイ・アール」これは忘れてはいけない言葉(呪文)です。

電圧を求めるには電流と抵抗を掛けるという式です。



たとえば電圧(V)を求める場合、Vを隠すとIRが横並びで残ります。これを $I \times R$ と考えます。

では、今度はIを隠してみましよう。Vが上、Rが下の分数のようになります。これを $V \div R$ と考えます。

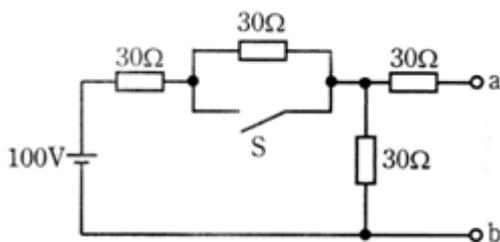


同じようにRを隠すと、Vが上、Iが下の分数のようになります。これを $V \div I$ と考えます。

この図が頭に入っていればオームの法則はばっちりです。

では、これだけで問題が解けるかというと、そうではありません。

この問題は、H23年に実際に出題されたa-b間の電圧を求める問題です。もう一度図を見てみましょう。



選択肢はイ. 30 ロ. 40 ハ. 50 ニ. 60

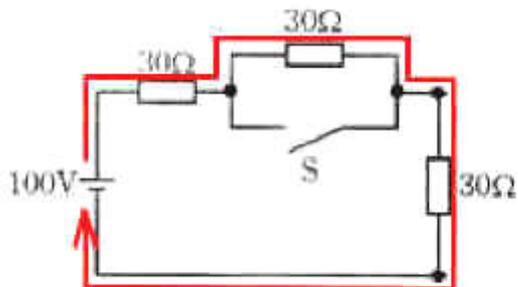
公式だけではなく電気の特性を理解していないと解けない問題なのです。電気はプラスから出て行って、マイナスで戻ってくる。こんな感じで認識しているでしょうか？

それで結構です。

この回路は直流の回路で、時計回りに回っていると考えていけばいいです。

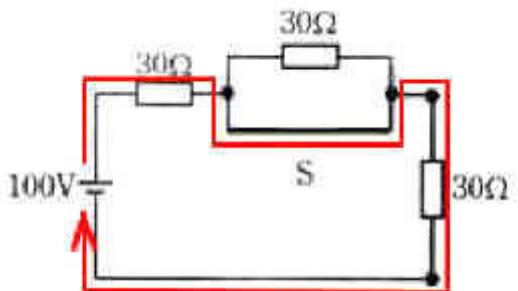
そしてどこか回路が途切れていれば電気は流れません。

上記のことから、余計な部分を除いて電気がどのように流れているのかを図にしてみます。



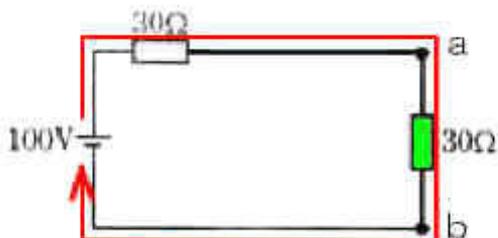
回路がとぎれていれば電流は流れないので、赤線のように電気は流れています。

“スイッチ S を閉じたとき”とあるので、スイッチを閉じて(入れて)みます。



すると不思議なことに図のように電気が流れ始めます。実は、電気は抵抗のない方に優先的に流れる性質があるので。

更に余計な部分を除いてみると下記のようになります。



さて、かなり分かりやすい図になりました。問題では緑色の抵抗を挟んだ部分の電圧を問われています。

ここからが計算です。いくつか決まり事も出てきますので、そこは覚えていきましょう。

こういった問題の場合に、**まずしなければならないのは全体の電圧、全体の電流、全体の抵抗値を算出する計算**です。

全体の電圧 = 100V

全体の電流 = ?

全体の抵抗 = ?

以外と何も分かっていませんね。でも抵抗は二つあります。抵抗は回路の1つの線上に2つあります。この状態を直列と言います。

直列に抵抗が接続されているときは、その抵抗値をそのまま合計することが出来る決まりです。

$30\Omega + 30\Omega = 60\Omega$ 全体の電圧 = 100V

全体の電流 = ?

全体の抵抗 = 60Ω

ここで $I = V/R$ の登場です。早速当てはめてみましょう。 $I = 100/60$

$I = 5/3$ (約 1.7) 全体の電圧 = 100V

全体の電流 = $5/3$ A

全体の抵抗 = 60Ω

これで材料がそろいました。ところで、この問題はa-b間の電圧ということでしたね？

実は、電圧というのは抵抗を通るたびに弱くなるのです(そう考えてください)

水の圧力も長い水道管の末端では弱くなるのと同じです。a-b間に来るまでに、 30Ω の抵抗が一つありますから当然電圧が下がっています。

電気はプラスから出て行って、マイナスで戻ってくるのですが、電圧は戻ってくるときは 0V になってしまいます。そうでなければ、回るたびに電圧が増えていったり減っていったりすることになります。

電流はどうなるかというと、電気の量と考えればわかりやすいのではないのでしょうか。流れている電気の量は全体で一定です。それが1本の電線に流れているのですから、どこで計っても同じといえます。

$I = V / R$ $5/3(A) = 100(V) / 60(\Omega)$ となっていましたが、これは $100(V) = 5/3(A) \times 60(\Omega)$ と変形できますね。 $V = IR$ です。

つまり、電流 $5/3(A)$ の時に、 $60(\Omega)$ の抵抗値があると、 $100(V)$ の電圧になるということですから、 $30(\Omega)$ の抵抗値の場合も計算ができます。 $V = 5/3(A) \times 30(\Omega) = 50(V)$

答えは“ハ”となります。

もっと簡単な計算方法もあります。電流を計算しなくても良い方法です。

どちらも同じ 30Ω ですから、電圧は等しく使われていると考えるのが妥当です。

$100V$ を 30Ω の抵抗 2 つで等しく分けて使っているのですから $50V$ ずつ使われています。

これを式にしてみましょう。

$100V \times (30\Omega / 60\Omega) = 50V$ です。

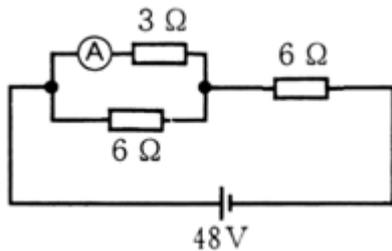
答えは“ハ”となります。

今回は直列回路の計算でしたので、次は抵抗が2つの線に分かれて接続されている並列回路の問題をやってみましょう。



例題から考えよう！

図のような回路で、電流計 A の指示値[A]は。



イ.2 ロ.4 ハ.6 ニ.8

まず、並列回路では電流が分岐する先にある抵抗の値によって、分かれてしまいます。

全体では一定ですが、線が2本になる部分ではそれぞれに分かれてしまいます。

一方、電圧は2本に分かれても変わりません。

簡単に[直流は分圧、並列は分流]と覚えてしまいましょう！ さて、この計算の場合にも全体の数値の整理をしてみましょう。

全体の電圧 = 48V

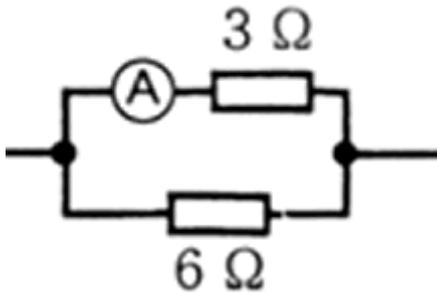
全体の電流 = ?

全体の抵抗 = ?

まずは全体の抵抗を求めましょう。

しかし、並列の抵抗はどのように求めればよいのでしょうか？

和分の積



並列接続部分の拡大図です。

これは、和分の積という公式？が必要になります。

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{これがそうです。}$$

つまり並列回路の時の合成抵抗は「和」(足し算)分の(割り算)「積」(掛け算)で計算できるのです。

$$R = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2\Omega$$

並列となっているこの部分の抵抗は2Ωです。

あとは、この2Ωと直列になっている6Ωを合計すると、全体の抵抗値は8Ωと算出できます。

つぎに $I = V / R$ の式に当てはめて、

$$I = 48(\text{V}) / 8(\Omega) = 6\text{A} \text{全体の電流は } 6\text{A} \text{ です。}$$

これで、並列部分にかかっている電圧を求めることができます。

$$V = IR = 6(\text{A}) \times 2(\Omega) = 12\text{V}$$

では、並列部分の3Ω側の電流を $I = V / R$ の式で計算しましょう。

$$I = 12(\text{V}) / 3(\Omega) = 4\text{A} \quad \text{正解は“4”となります。}$$

なんだかややこしいとお思いですか？実は、難しい問題を先に例題としてあげてみたのです。

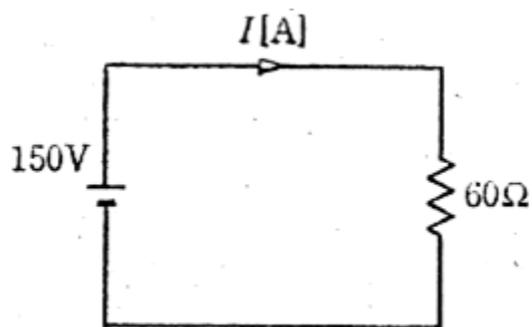
難しい問題も簡単な問題が複合されているだけなのです。使っている公式は、たったの2つ。

オームの公式と和分の積だけです。

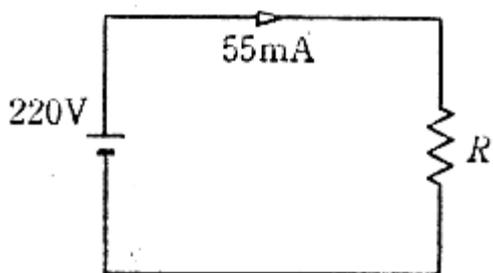
では、簡単な例題で復習してゆきましょう。

例題から考えよう！

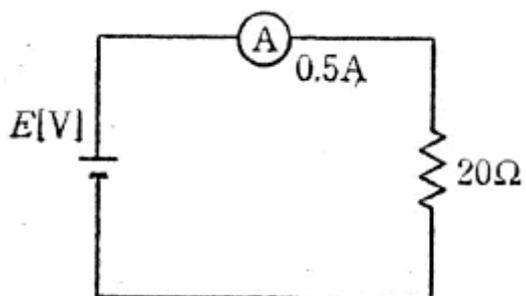
1. 電流を求めよ。



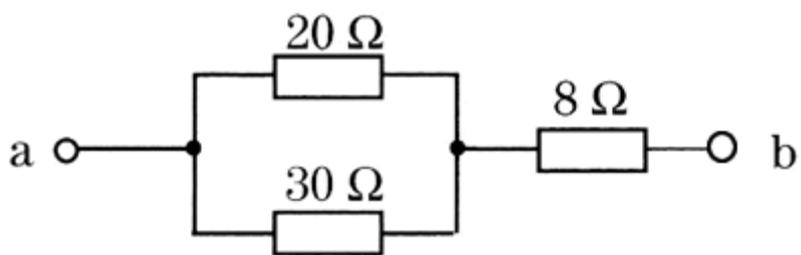
2. 抵抗を求めよ。



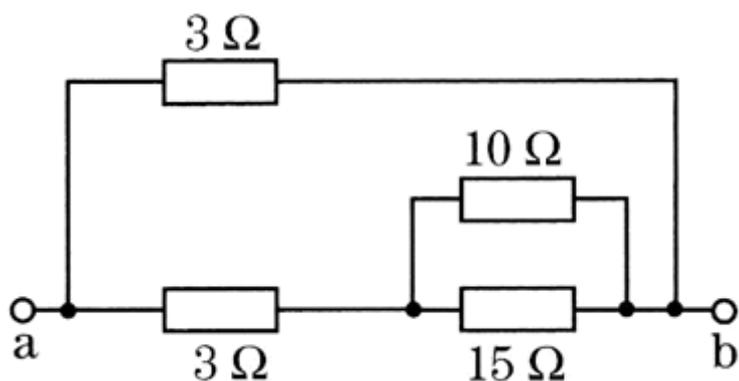
3. 電圧を求めよ。



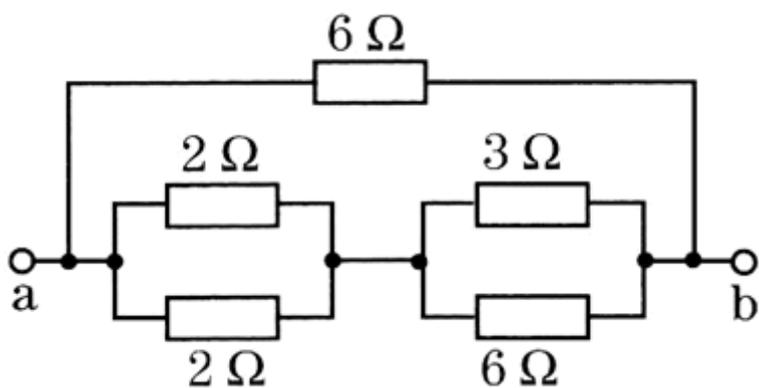
4. a-b間の合成抵抗を求めよ。



5. a-b間の合成抵抗を求めよ。



6. a-b間の合成抵抗を求めよ。



例題の解答

1. 2.5A

$$I = V / R = 150 / 60 = 2.5A$$

2. 4000 Ω (4k Ω)

$$R = V / I = 220 / 0.055 = 4000 \Omega$$

$$\text{※ } 55\text{mA} = 0.055\text{A} \quad 1\text{A} = 1000\text{mA}$$

3. 10V

$$V = IR = 0.5 \times 20 = 10V$$

4. 20 Ω

並列部分: 和分の積を使い $(20 \times 30) / (20 + 30) = 12 \Omega$

直列なので、そのまま合計 $12 + 8 = 20 \Omega$

5. 2.25 Ω

10 Ω と 15 Ω の並列部分

$$(10 \times 15) / (10 + 15) = 150 / 25 = 6 \Omega$$

回路下の合計 $3 + 6 = 9 \Omega$

回路上下並列の計算 $(3 \times 9) / (3 + 9) = 27 / 12 = 2.25 \Omega$

6. 2 Ω

左の並列 $(2 \times 2) / (2 + 2) = 4 / 4 = 1 \Omega$ 右の並列 $(3 \times 6) / (3 + 6) = 18 / 9 = 2 \Omega$

回路下直列合計 $1 + 2 = 3 \Omega$

回路上下並列の計算 $(3 \times 6) / (3 + 6) = 18 / 9 = 2 \Omega$

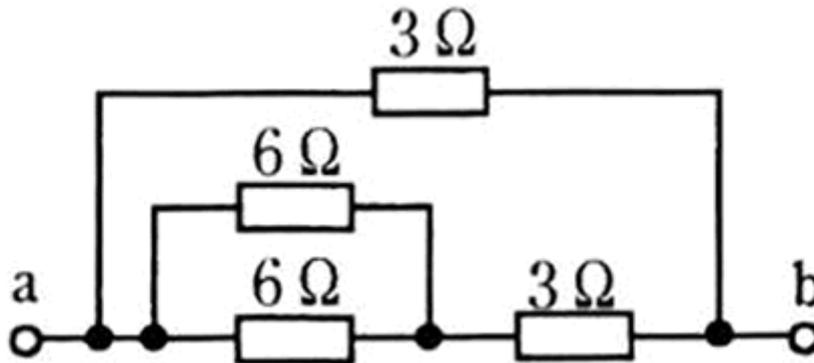


小さな並列から順に計算してゆくことがポイントです。

計算問題は、とにかく問題数をこなすことが必要です。練習問題をさらに解いて実力を付けましょう。

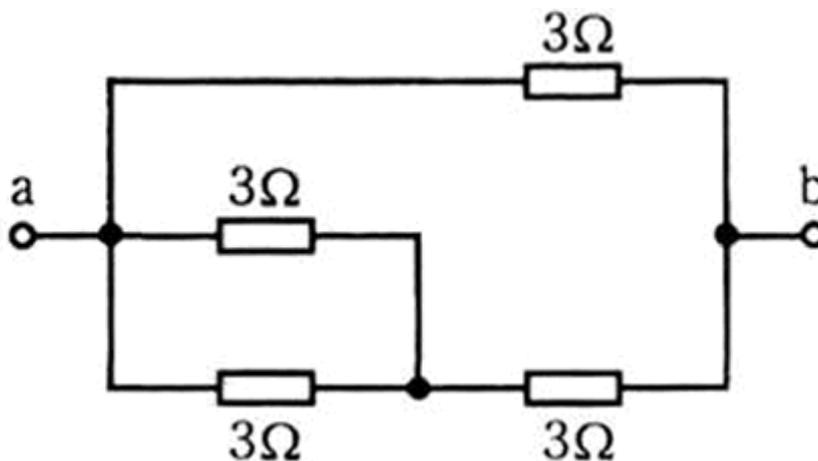
Practice 練習問題をやってみよう!

1. 図のような回路で、端子a-b間の合成抵抗[Ω]は。



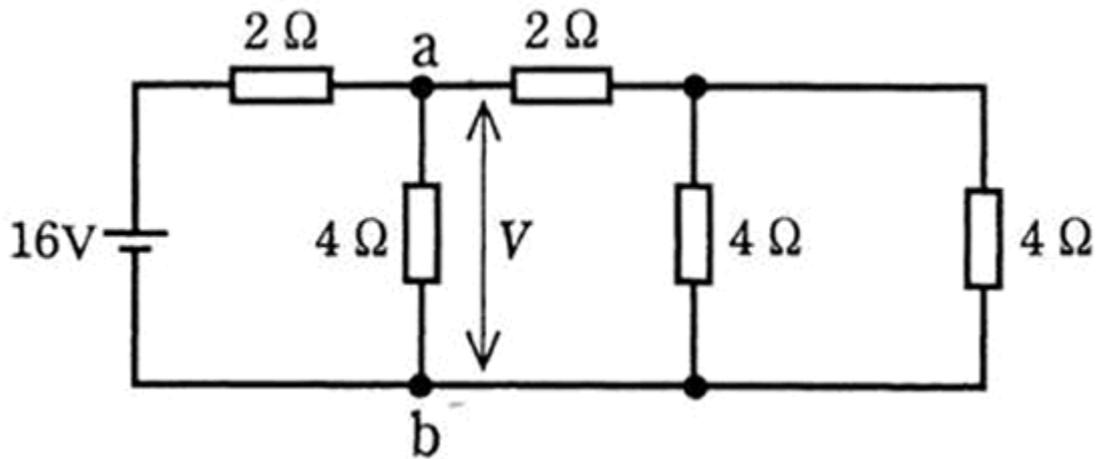
- イ. 1 ロ. 2 ハ. 3 ニ. 4

2. 図のような回路で、端子a-b間の合成抵抗[Ω]は。



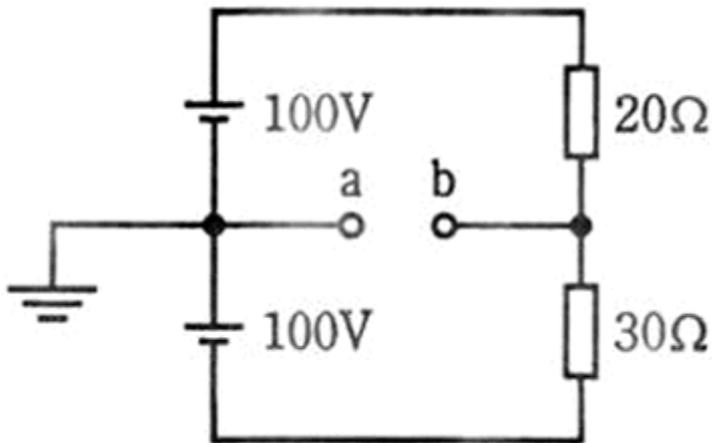
- イ. 1.5 ロ. 1.8 ハ. 2.4 ニ. 3.0

3. 図のような直流回路において、a-b間の電圧V[V]は。



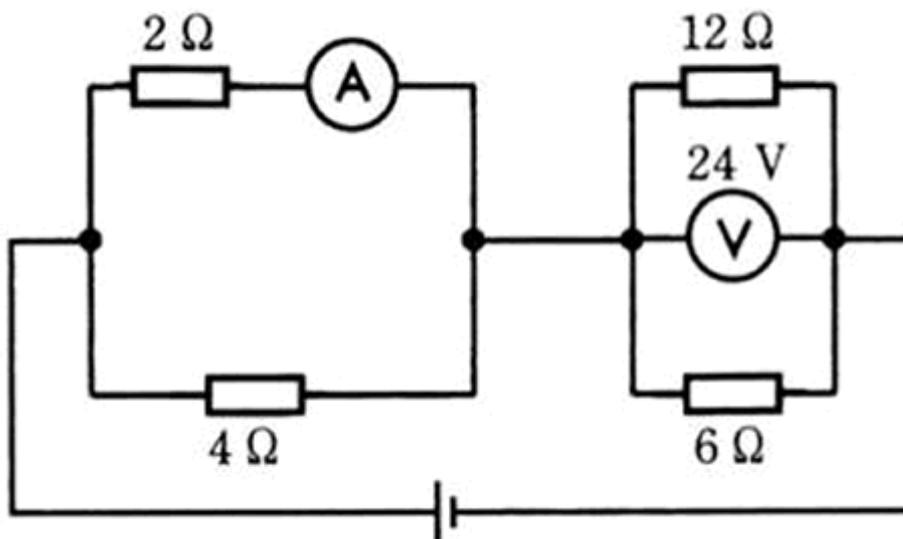
- イ. 4 ロ. 6 ハ. 8 ニ. 10

4. 図のような直流回路で、a-b間の電圧[V]は。

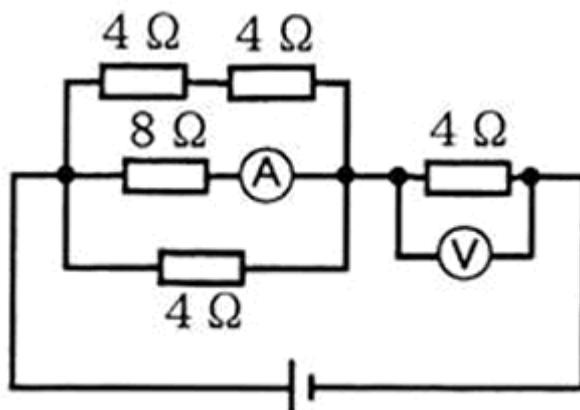


- イ. 10 ロ. 20 ハ. 30 ニ. 40

5. 図のような直流回路で、電圧計 V が $24[V]$ を指示しているとき電流計 A の指示値 $[A]$ は。



6. 図のような回路で、電流計 A の値が $2[A]$ を示した。このときの電圧計 V の指示値 $[V]$ は。



イ. 16

ロ. 32

ハ. 40

ニ. 48

Answer 答え合わせをしましょう。

1. □

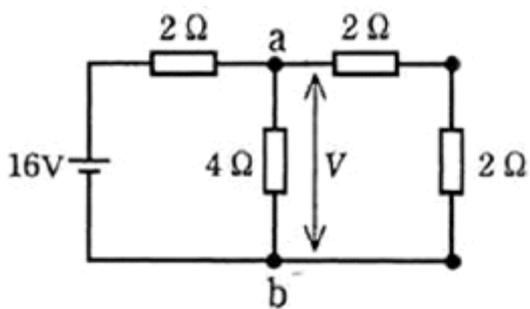
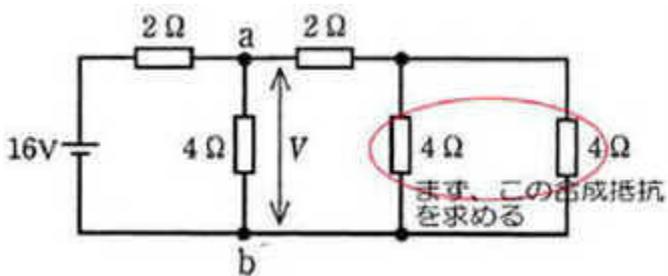
$$(6 \times 6) / (6 + 6) = 3 \Omega \quad 3 + 3 = 6 \Omega \quad (3 \times 6) / (3 + 6) = 2 \Omega$$

2. □

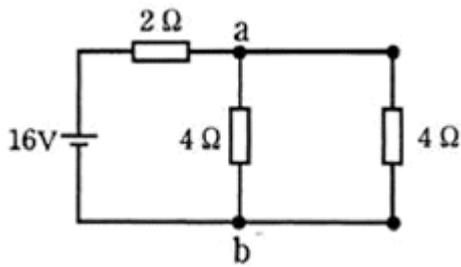
$$(3 \times 3) / (3 + 3) = 1.5 \Omega \quad 1.5 + 3 = 4.5 \Omega \quad (3 \times 4.5) / (3 + 4.5) = 1.8 \Omega$$

3. ハ

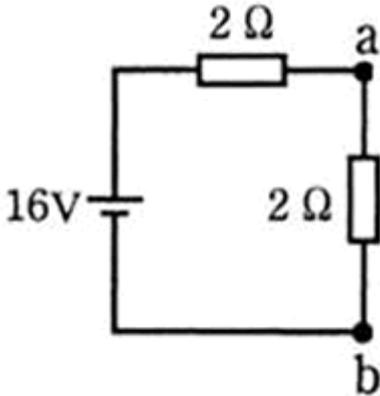
$$(4 \times 4) / (4 + 4) = 2 \Omega$$



$$2 + 2 = 4 \Omega$$



$$(4 \times 4) / (4 + 4) = 2 \Omega$$



$2 + 2 = 4 \Omega$ (全体の抵抗)

$$I = V / R = 16 / 4 = 4A \text{ (全体の電流)}$$

$$V = IR = 4 \times 2 = 8A$$

4. □

$$I = V / R = 200 / 50 = 4A$$

$$20 \Omega \text{ にかかる電圧 } V = 4 \times 20 = 80V$$

$$30 \Omega \text{ にかかる電圧 } V = 4 \times 30 = 120V$$

aの地点は 100V 電源2つの間であり、電圧は 100V しかかかっていない。
 一方、bの地点は 20Ω の抵抗により 80V 失った電圧 120V がかかっている。
 よって、a-b間の電圧を測ると、 $120 - 100 = 20V$ が値として出る。

5. ハ

電流計のある方の合成抵抗は $4/3 \Omega$

電圧計がある方の合成抵抗は 4Ω

全体の電流を求める $I = V/R = 24/4 = 6A$

電流計のある方の電圧を求める $V = IR = 6 \times 4/3 = 8V$

$I = V/R = 8/2 = 4A$

6. ロ

$4 + 4 = 8$ $(8 \times 8) / (8 + 8) = 4 \Omega$

$(4 \times 4) / (4 + 4) = 2 \Omega$ (左側の合成抵抗)

$V = IR = 2 \times 8 = 16V$ (左側にかかる電圧)

$I = V/R = 16/2 = 8A$ (全体の電流)

$V = IR = 8 \times 4 = 32V$

いろいろな解き方があるので、これが最良とは申しません。みなさん自身がやりやすい方法で、オームの法則を駆使していただければ、この手の計算問題は必ず解けます。頭の中で整理して計算してゆけない人は、問題用紙に解法をきちんと書いてゆくことをおすすめいたします。そうすれば、混乱することはありません。