第二種 電気工事士の計算問題攻略のまとめ

基礎知識

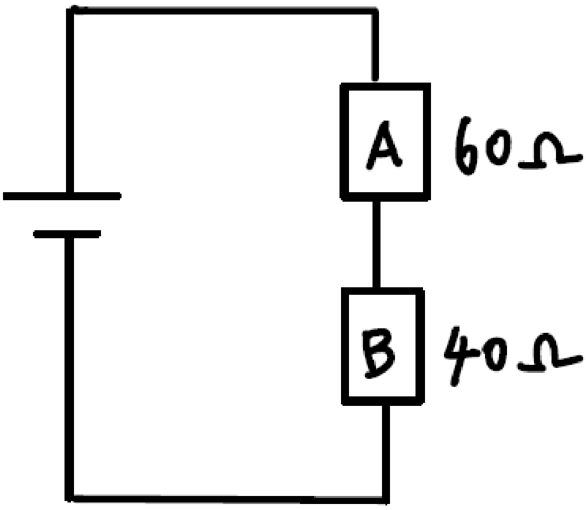
①【オームの法則】難易度★（易）

V：電圧（ボルト）、I：電流（アンペア）、R：抵抗（オーム）の関係式は下記のとおりです。これをオームの法則と呼びます。

V＝I×R I＝V÷R R＝V÷I	

②【直列と並列接続の特】難易度★（易）

・直列回路の特徴について

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
電流

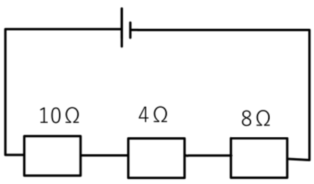
・電源電流＝電流 A＝電流 B
（回路の電流値はどこも同じ）

電圧

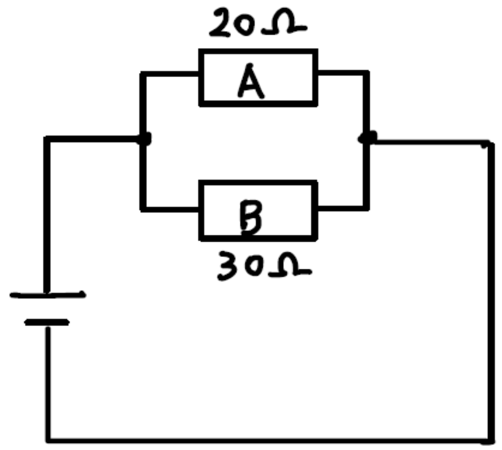
・電源電圧＝電圧 A＋電圧 B
（電圧はそれぞれの抵抗にて分けられる）

合成抵抗

・回路の合成抵抗＝抵抗 A＋抵抗 B
左図では 60Ω＋40Ωで合成抵抗は 100Ωです。
※ちなみに直列回路の抵抗が 3 以上であっても、下記のように全ての抵抗値を足すことで求められます。


回路の合成抵抗＝10Ω＋4Ω＋8Ω＝22Ω
</td>
</tr>
</table>

・並列回路の特徴について

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>電流

・電源電流＝電流 A＋電流 B

電圧

・電源電圧＝電圧 A＝電圧 B
（回路の電圧値はどこも同じ）

合成抵抗

・回路の合成抵抗・・<u>和分の積</u>で求める。
※以下に説明します。</td>
</tr>
</table>

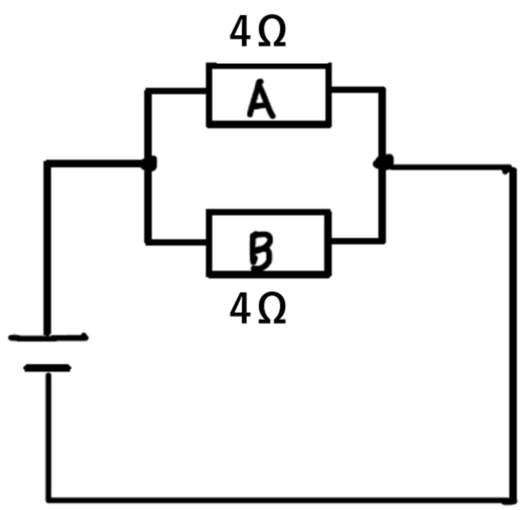
・和分の積について
和分の積とは並列回路の合成抵抗を求める式の事です。分母の部分を「たし算」、分子の部分を「かけ算」して求めます。

$$\textbf{回路の合成抵抗の式}＝\frac{\textbf{抵抗A}\times\textbf{抵抗B}}{\textbf{抵抗A}+\textbf{抵抗B}}$$

先ほどの、並列回路で合成抵抗を求めると以下の様になります。

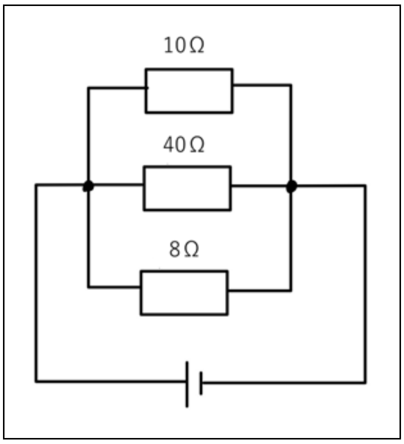
$$\textbf{回路の合成抵抗}＝\frac{20\Omega\times30\Omega}{20\Omega+30\Omega}=12\Omega$$

・並列回路の合成抵抗の簡単な求め方
下記の図の様に、並列回路のそれぞれの抵抗の値が同じ場合、合成抵抗は 1 つの抵抗の半分の値となります。



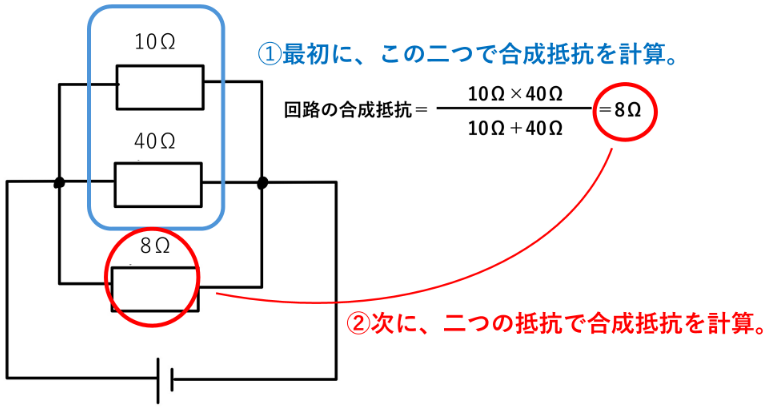
上記の場合で考えると、回路の合成抵抗は 4Ωの半分で 2Ωが答えとなります。
これを覚えていれば、計算が楽になります♪

さて、次に抵抗が３つ以上、並列となっている回路の場合についてはどうなるのでしょうか？
下の電気回路をもとに解説をします。



和分の積は２つ並列となっている抵抗の合成抵抗値を求める場合にのみ使用できるものなので、一度に和分の積で回路の合成抵抗を求める事はできません。

では、どうしたら良いのか説明すると。
まず、３つの抵抗のどれか２つの合成抵抗を先に求めて、抵抗の数を減らすようにして計算をしていきます。



※今回は、10Ωと40Ωで先に計算しましたが、３つの抵抗のうち
どの値から計算しても問題ありません。

左図の場合、10Ωと 40Ωで和分の積を使用して合成抵抗を求めます。
すると、回路の抵抗は 8Ωと 8Ωの二つとなりました。

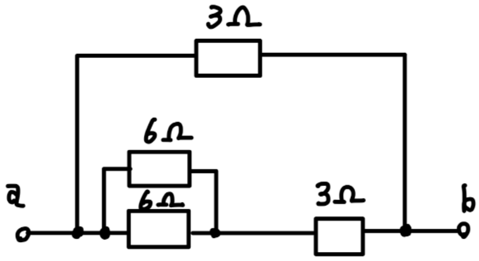
ここで先ほど上記で説明した「並列回路の合成抵抗の裏技」を使用すると、
８Ωの半分の値なので、回路の合成抵抗は 4Ωと求めることができます。

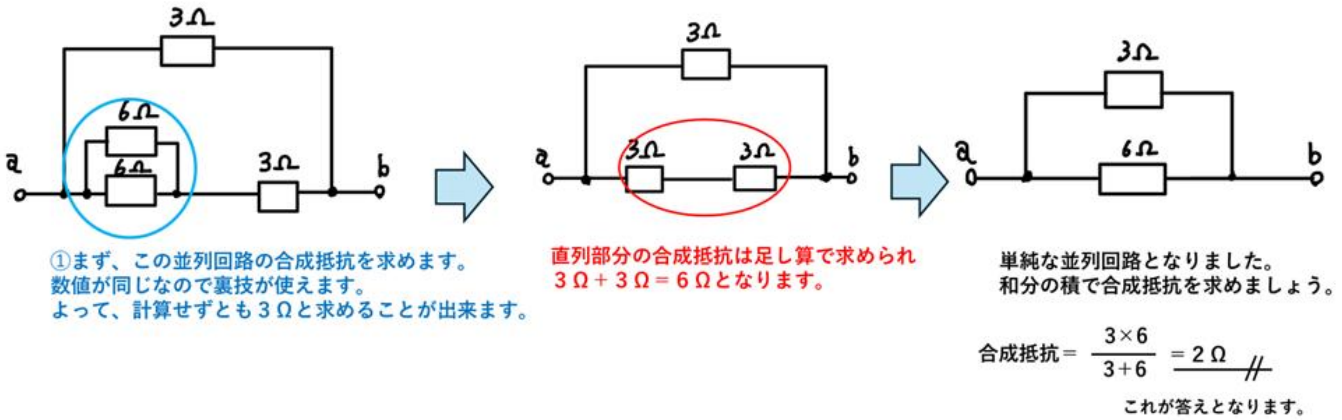
では、過去問をやってみましょう！！

■合成抵抗 R1 年下期の問 1

問題

図のような回路で、端子 a－b 間の合成抵抗は？

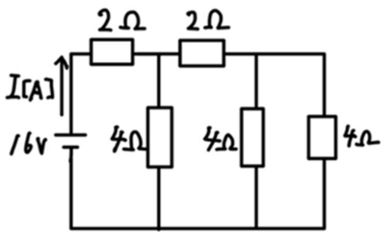


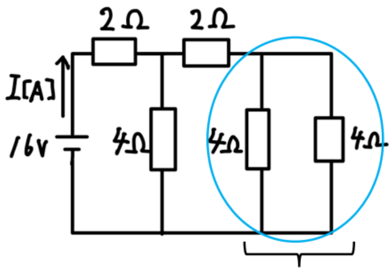


■合成抵抗 R4 年下期（午前）の問 1

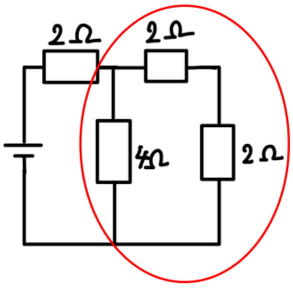
問題

図のような直流回路に流れる電流 I［A］は？

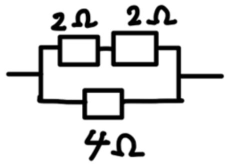




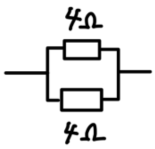
①並列回路で抵抗負荷が同じなので、裏技が使えます。計算せず、こちらの合成抵抗は2Ωと求めることができます。



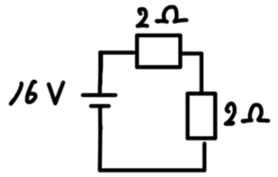
この部分を分かりやすく表現すると



つまり、下のようになります。



こちらも裏技が使えますので
計算せず合成抵抗は2Ωと求められます。



最終的に、この回路となります。
直列回路なので合成抵抗は
2Ω＋2Ω＝4Ω

問題は回路の電流が問われているので、
「オームの法則」を使用します。

$$電流\ I = \frac{V}{R}$$

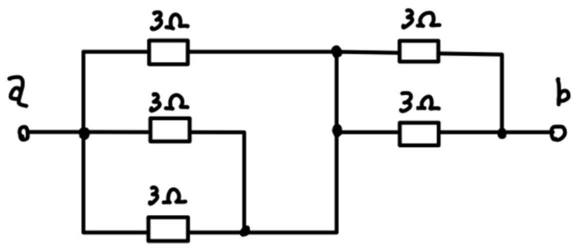
$$電流 = \frac{16}{4} = \underline{4\ A}$$

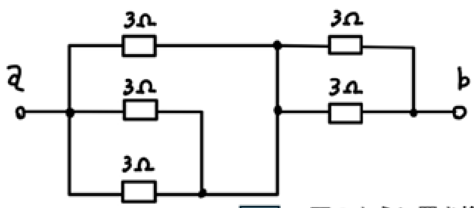
これが答えとなります。

■合成抵抗 R5 年上期（午後）の問 1

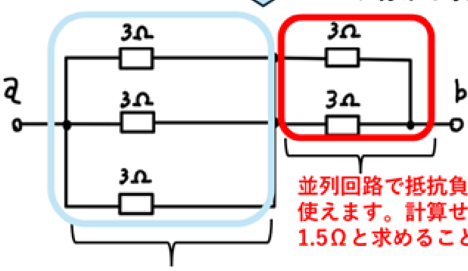
問題

図のような回路で、端子 a－b 間の合成抵抗は？





下のように置き換えた方が考えやすいと思います。
二つに分けて考えると良いです。



並列回路で抵抗負荷が同じなので、裏技が使えます。計算せず、こちらの合成抵抗は1.5Ωと求めることができます。

こちら並列回路の合成抵抗を求めます。３つ並列の回路の合成抵抗の求め方は先にどれか２つの抵抗で計算して、抵抗の数を減すようにして段階的に求めていきます。

①並列回路で３Ωと３Ωで抵抗負荷が同じなので、裏技を使用して計算せず1.5Ωと求める事ができます。

②次に、1.5Ωと３Ωの抵抗で合成抵抗を求めます。

$$合成抵抗 = \frac{1.5\times3}{1.5+3} = 1\Omega$$

$$1\Omega + 1.5\Omega = \underline{2.5\Omega}$$

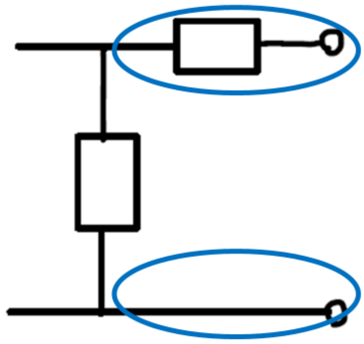
これが答えとなります。

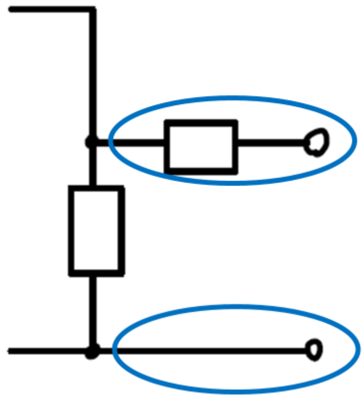
③【電気回路関連】難易度★（易）

・特徴的な電気回路における電気の流れ方を理解しよう！

電気工事士の計算問題を解く上で「独特な表現」や「電気がどの様に流れるか（どうなったら、どう流れるのか）」を理解するのはとても重要です。それらについて分かりやすい様に解説をします。

①回路を構成していない部分に電気は流れない。



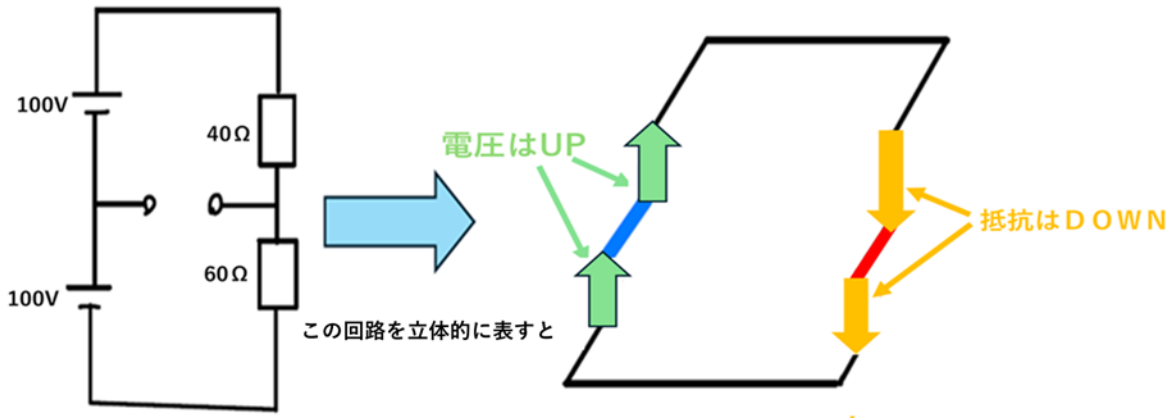


上図 の様に、回路が途切れている部分については電気は流れません。

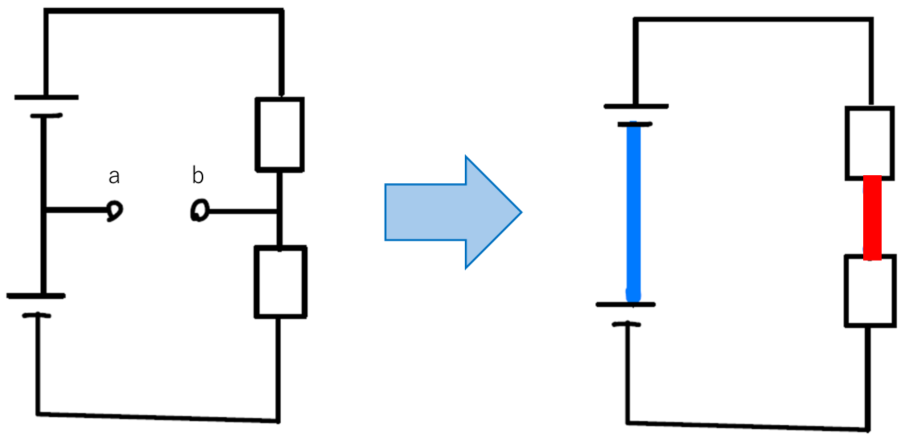
②電圧降下

電圧降下とは、電流が流れる際に抵抗によって電圧が低下する現象の事。

電気の流れを立体的に捉えると分かり易いです。



過去問に出てくる、「a－b 間の電圧」とは下の右図の青いラインと赤いラインの電圧差を指す。



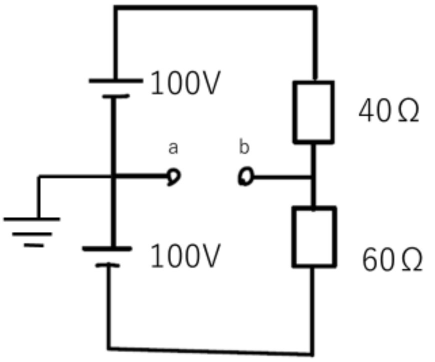
平面で考えると電圧降下は理解が難しい。立体的に考えると「降下」というイメージが沸きやすいです。

では、過去問をやってみましょう！！

■電圧降下 R4 年下期（午後）の問 1

問題

図のような直流回路で、a—b 間の電圧［V］は？



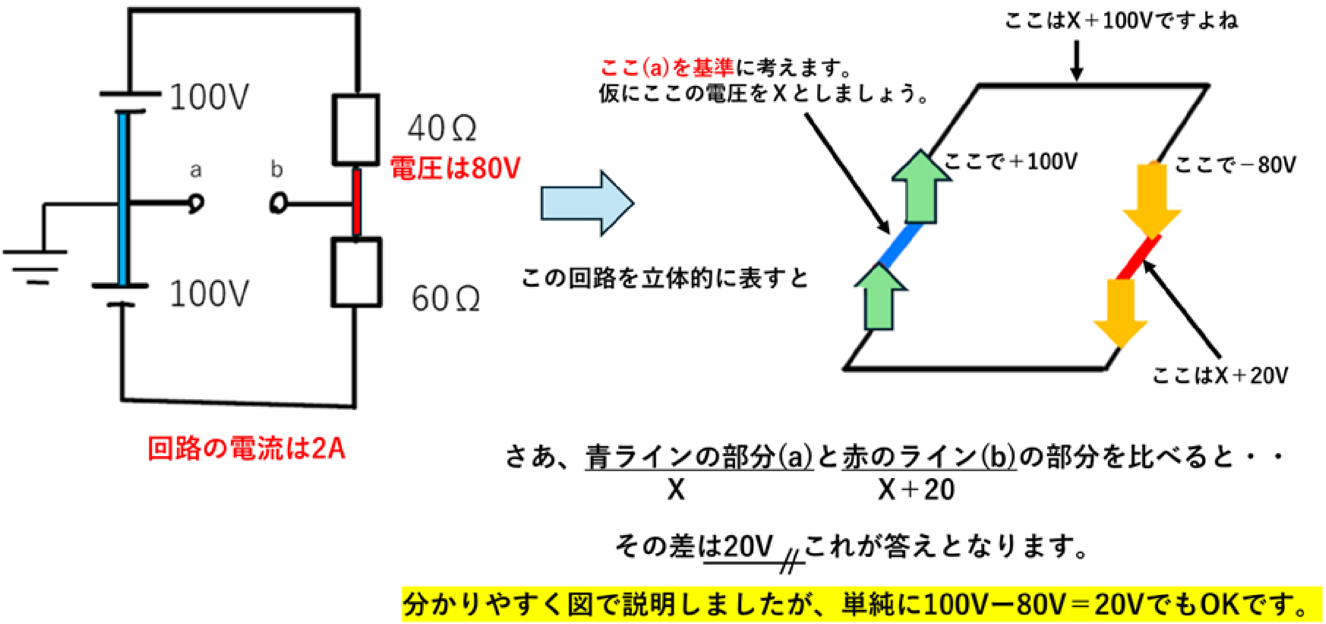
電圧降下の問題です。まず、この直流回路の電流を求めます。

電圧は 100V＋100V＝200V、合成抵抗は 40Ω＋60Ω＝100Ω。

オームの法則を使用して 200V÷100Ω＝2A。

40Ωの抵抗のところの電圧をオームの法則で計算します。２A×40Ω＝80V と分かります。

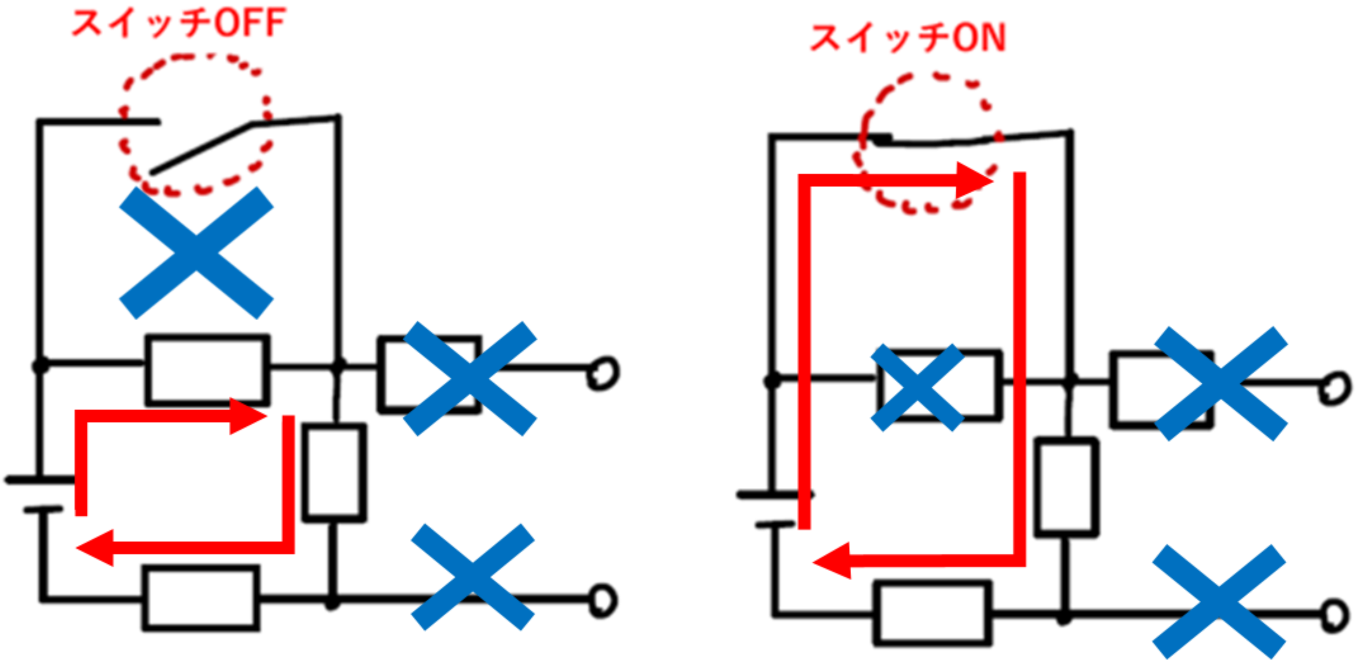
さて整理してみましょう。



③回路スイッチについて

スイッチは抵抗負荷が非常に小さい（ほぼセロ）です。

電気は抵抗の小さい方に流れるという特性があります。よって、抵抗の少ないスイッチの方に電気が移動して流れる事となります。分かりやすく図で説明すると以下のようになります。

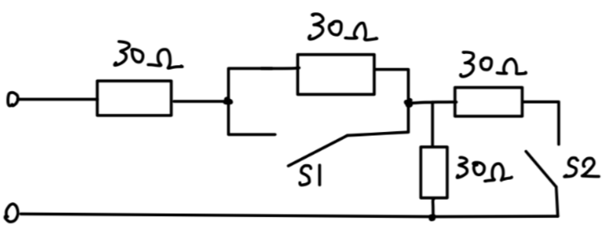


赤矢印が電気の流れ。　　**青×は電気は流れません。**

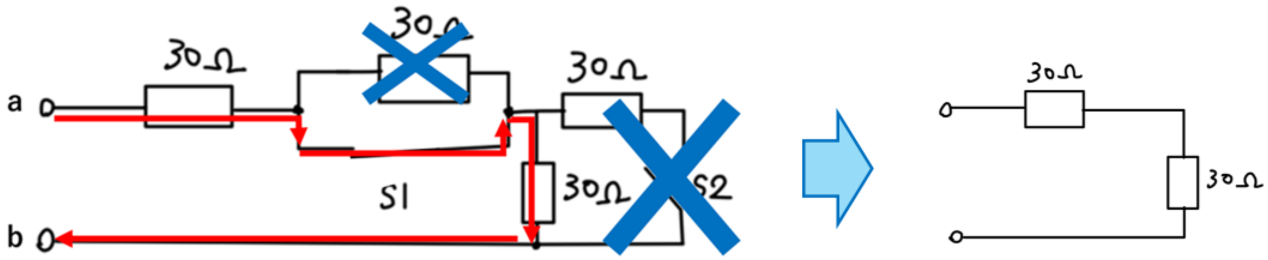
■スイッチ＋合成抵抗 H28 年下期の問 2

問題

図のような回路で、スイッチ S1 を閉じ、スイッチ S 2 を開いたときの端子 a―b 間の合成抵抗は？



先ほどの回路の電気の流れと同様に考えると以下のようになります。



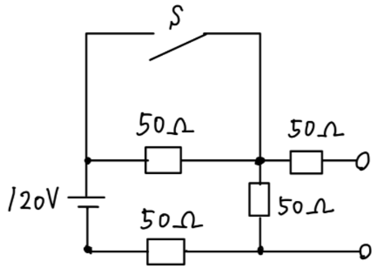
電気の流れは赤矢印のようになる。　　**つまり、この回路と同様です。**

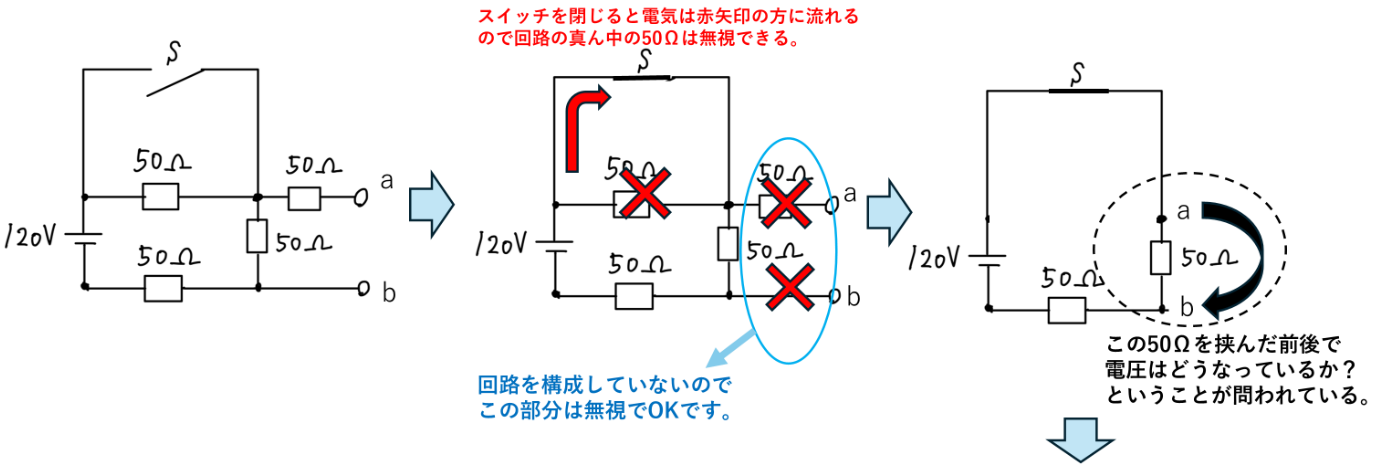
抵抗は直列で接続されているので、30Ω＋30Ω＝60Ω。これが答えとなります。

■スイッチ＋電圧降下　R1 年上期の問 1

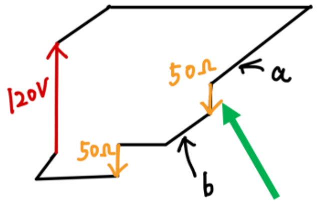
問題

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？





立体的に表すと



このaとbの差が答えなので
50Ωの抵抗の電圧が分かればよいです。

抵抗50Ωの電圧を求めるには？
直列回路なので電流はどこも同じ。
回路の電流を求めます。
合成抵抗は50Ω＋50Ω＝100Ω
オームの法則で120÷100＝1.2A

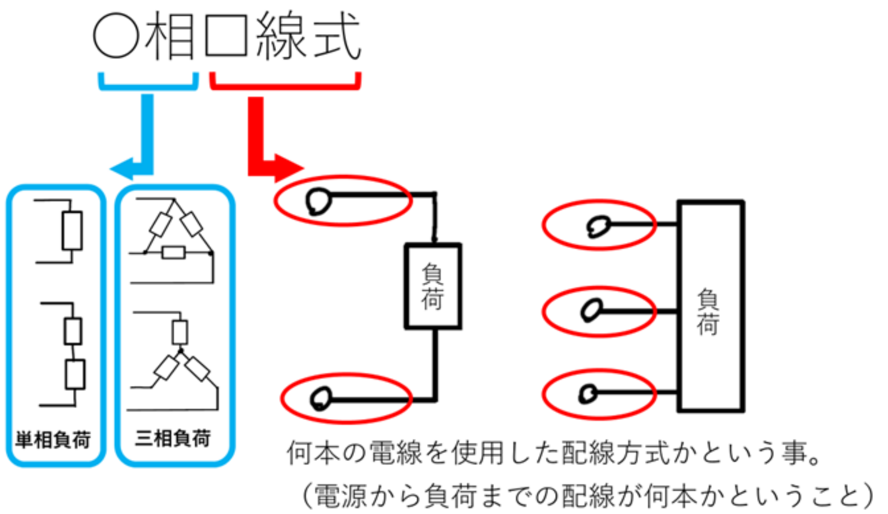
$$電流 I = \frac{V}{R}$$

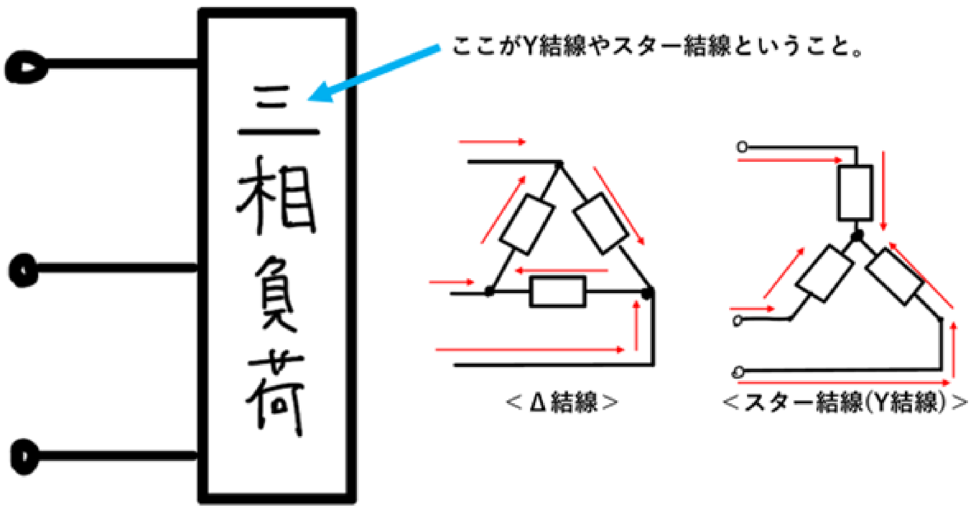
またオームの法則で1.2×50＝60V
でこれが答えになります。

・回路の構成を示す「○相□線式」について

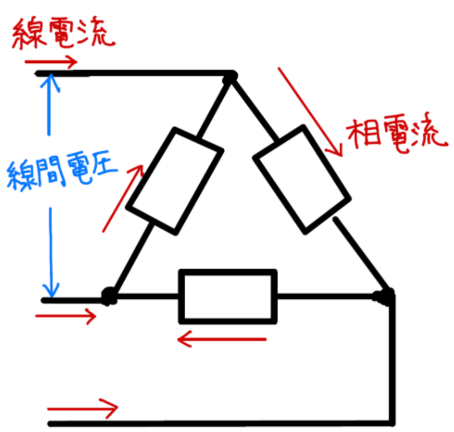
電気回路を示す表現に「○相□線式」というものがあります。説明すると以下の通り。

ここは、難しく考えず「ふーん、なるほど」という感じで捉えておきましょう。



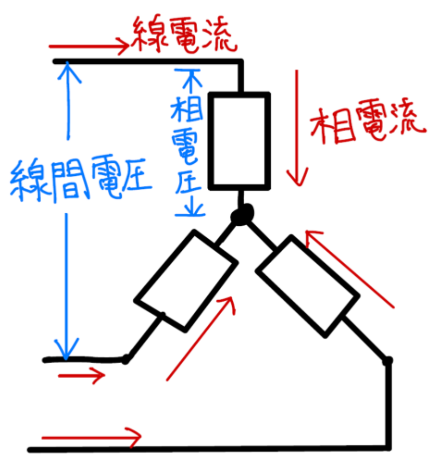


三相負荷の電気回路について



相電流＝$\dfrac{\text{線電流}}{\sqrt{3}}$

相電圧＝線間電圧



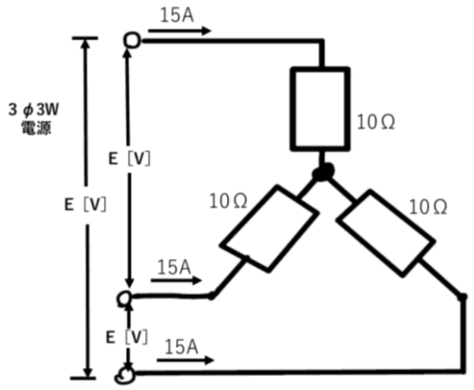
相電流＝線電流

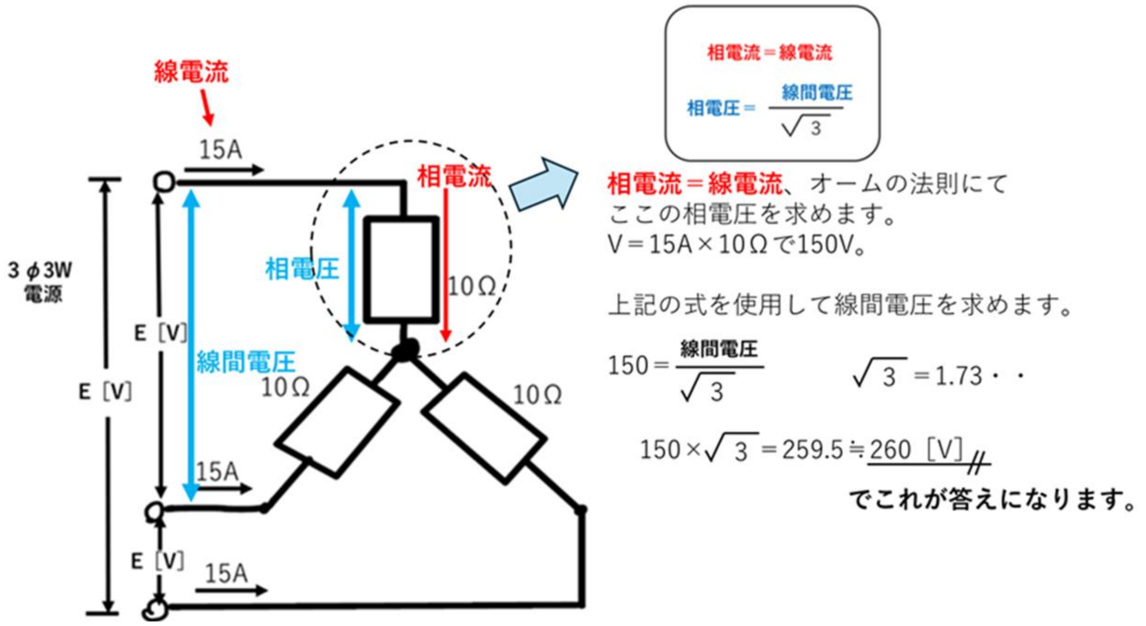
相電圧＝$\dfrac{\text{線間電圧}}{\sqrt{3}}$

■三相負荷の電気回路 R2 年下期（午後）の問 5

問題

図のような三相負荷に三相交流電圧を加えたとき、各線に 15A の電流が流れた。線間電圧 E［V］は？





ちなみに、Δ結線の電気回路にて線間電圧を求める問題については現状では出題されていません（今後、出題される可能性がない訳ではありません）。
代わりにΔ結線の電気回路では、以下のような「消費電力」や「断線」の問題がよく頻出されています。
これらの問題については、各項目のところで解説します。

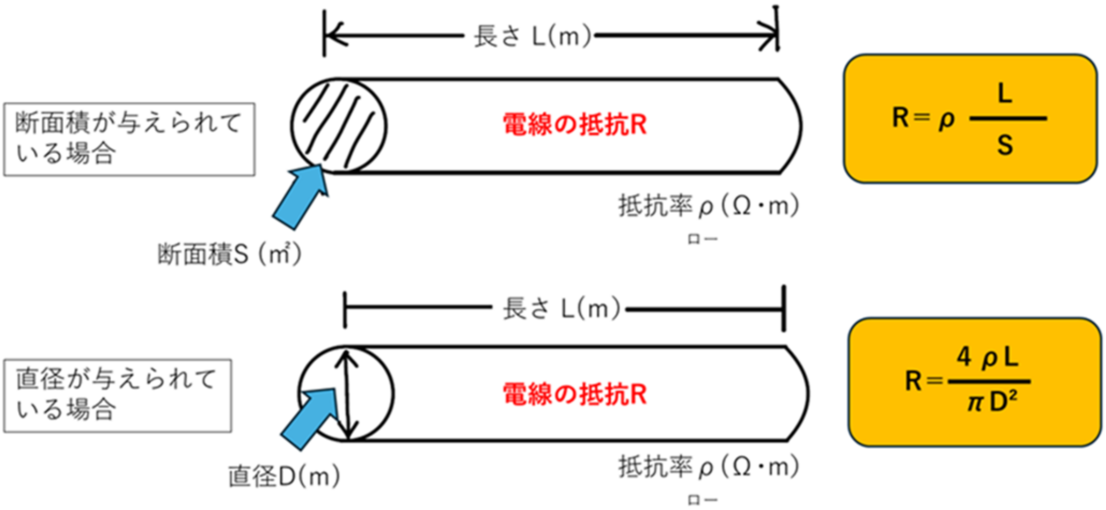
公式等を覚えれば単純に解ける問題

④【電線について】難易度★★（普通）
電線は電気を流すためのものです。
実は、電線自体にも実は抵抗があります（電線抵抗は非常に小さい為、電気回路の計算の多くは、電線抵抗を無視して計算しています）。電気工事士の試験には電線の抵抗を計算させる問題が出題されます。

電線の問題のパターンは以下のとおりです。

①与えられた電線の抵抗値が最も近い素材はどれかと選択肢から選ぶもの。
②電線の電気抵抗を示す式を選択肢より選ぶもの。
③素材 A と B の 2 つを提示して、A の抵抗は B の抵抗の何倍かと比較するもの。
④電線と抵抗と許容電流に関する記述で誤っているもの。

問題文において、与えられている数値（電線の「断面積」か「直径」）で以下の式を使い分けます。



では、過去問をやってみましょう！！

■電線抵抗 R１年下期の問２

問題　直径 2.6mm、長さ 10mの銅電線と抵抗値が最も近い同材質の銅導線は？

イ 断面積5.5mm²、長さ10m

ロ 断面積8mm²、長さ10m

ハ 直径1.6mm、長さ20m

ニ 直径3.2mm、長さ5m

直径が提示されていれば ⇒ $R=\frac{4\rho L}{\pi D^2}$ 　**断面積が提示されていれば** ⇒ $R=\rho\frac{L}{S}$

同素材なので抵抗率ρと単位変更の×10⁻³は無視して構いません（下記の式はρを除いてます。πは3とします）。

問題分の銅電線の抵抗値

$R=\frac{4\times\rho\times10}{\pi(2.6)^2}=\frac{40}{6.76\pi}$

面倒にならないようにπを3として計算。

R≒1.97

イ $R=\frac{10}{5.5}≒1.8$

ロ $R=\frac{10}{8}=1.25$

ハ $R=\frac{4\times20}{\pi(1.6)^2}=\frac{80}{7.68}$　R≒10.4

ニ $R=\frac{4\times5}{\pi(3.2)^2}=\frac{20}{30.72}$　R≒0.65

よって、数値が近いものはイ。これが答えになります。

■電線抵抗 R５年下期（午後）の問２

問題 低効率ρ［Ω・m］、直径D［mm］、長さL［m］の導線の電気抵抗［Ω］を表す式は？

②「電線の電気抵抗を示す式を選択肢より選ぶもの」の問題ですね。

公式を選択する問題です。これはそのまま覚えるしかないですが、覚えていれば点数がとれる問題です。

下記のように単位変換だけ注意しましょう。

※直径の単位がmmの場合は10⁻³をかけて(m)に単位変換する必要あり。　$R=\frac{4\rho L}{\pi D^2}\times10^{-3}$

■電線抵抗 R5 年下期（午前）の問２

> 問題
>
> A、B２本の同材質の銅線がある。A は直径 1.6mm、長さ 100m、B は直径 3.2mm、長さ 50m である。A の抵抗は B の抵抗の何倍か？

③「素材AとBの2つを提示して、Aの抵抗はBの抵抗の何倍かと比較するもの」の問題です。

この問題でのポイントは**AとBは銅材質**なので**抵抗率は同じ**ということです。

直径の数値が与えられているので、$R=\frac{4\rho L}{\pi D^2}$ の式を使用します。

素材A　$R=\frac{4\times\rho\times100}{\pi\times(1.6)^2\times10^{-3}}$

素材B　$R=\frac{4\times\rho\times50}{\pi\times(3.2)^2\times10^{-3}}$

問題は**「Aの抵抗はBの抵抗の何倍か？」**と問いているので、**倍数のとこをX**とすると以下の式となります。

$$\boxed{\frac{4\times\rho\times100}{\pi\times(1.6)^2\times10^{-3}}=\frac{4\times\rho\times50}{\pi\times(3.2)^2\times10^{-3}}\times X}$$

$$\frac{\cancel{4}\times\cancel{\rho}\times100}{\cancel{\pi}\times(1.6)^2\times\cancel{10^{-3}}}=\frac{\cancel{4}\times\cancel{\rho}\times50}{\cancel{\pi}\times(3.2)^2\times\cancel{10^{-3}}}\times X \Rightarrow \frac{\cancel{100}^{\,2}}{(1.6)^2}=\frac{\cancel{50}^{\,1}}{(3.2)^2}\times X \Rightarrow \frac{2}{\cancel{2.56}_{\,1}}=\frac{1}{\cancel{10.24}_{\,4}}\times X$$

$$X=8$$

でこれが答えになります。

■電線抵抗 R1 年上期の問２

> 問題
>
> ビニル絶縁電線（単心）の導体の直径を D、長さを L とするとき、この電線の抵抗と許容電流に関する記述として、誤っているものは？

④「電線と抵抗と許容電流に関する記述で誤っているもの」の問題です。

イ　許容電流は、周囲の温度が上昇すると大きくなる。

ロ　電流の抵抗は、D^2に反比例する。

ハ　電線の抵抗はLに比例する。

ニ　許容電流はDが大きくなると、大きくなる。

直径Dが提示されているので、使用できる公式はこれです。　$R=\frac{4\rho L}{\pi D^2}$

公式をみれば、L（長さ）は分子にあるので値が大きくなれば抵抗Rは比例して大きくなります。
逆にD^2は分母にあるので値が大きくなれば抵抗Rは反比例することが分かります（ロ、ハは正解）。

Dは分母にあるので値が大きいと抵抗は反比例して低くなります ⇒ 電線の抵抗値が小さいということは電流が流れやすくなる為、許容電流は大きくなる（ニは正解）。

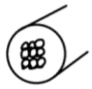
よって、残るイが間違いとなります。下記の内容は覚えておきましょう！
周囲の温度が上昇すると熱の放熱が悪くなるので許容電流は小さくなる。

・電線の許容電流

電線の許容電流（どれくらいまで電流を流すことが出来るか）は、電線の種類や太さによって以下に定められています。電線管（ケーブル等）に電線を収める場合の許容電流を求める式は下記のとおりです。

電線に収められた電流の許容電流 ＝ がいし引き配線の許容電流×電流減少係数

単線 	直径（mm）	許容電流（A）
	1.6	27
	2	35
	2.6	48
	3.2	62

より線 	断面積（mm²）	許容電流（A）
	2	27
	3.5	37
	5.5	49
	8	61

同一管内の電線本数	電流減少係数
3本以下	0.70
4本	0.63
5～6本	0.56
7～15本	0.49

試験問題には電流減少係数の数値が与えられている場合が多いです。
しかし、「令和3年（下期）午後」の問題のように、ない場合もあるので表を覚えておく必要があります。

では、過去問をやってみましょう！！

■電線の許容電流 H29 年上期の問 7

問題

金属管による低圧屋内配線工事で、管内に直径 2.0 ㎜の 600V ビニル絶縁電線（軟銅線）2 本を収めて施設した場合、電線 1 本あたりの許容電流（A）は？ ただし、周囲温度は 30℃以下、電流減少係数は 0.7 とする。

直径 2.0mm の電線の許容電流は上の表より「35A」となっています。これを 2 本管内に収めるので電流減少係数 0.7 をかけて求めます。35×0.7＝24.5A となり、これが答えとなります。

⑤三相誘導電動機　難易度★（易）

電動機とはモータの事で、電気を動力として回転する機器です。

三相誘導電動機に関する問題は以下のものとなっていますので過去問を通して必要な知識を身につけていきましょう。

三相誘導電動機の回転速度

$$N_s\ [\mathrm{min}^{-1}] = \frac{120f}{p}$$

N_s：同期速度［min^{-1}］、f：電源の周波数［Hz］、p：極数

では、過去問をやってみましょう！！

■三相誘導電動機 R1 年上期の問 14

問題

極数 6 の三相かご形誘導電動機を周波数 50Hz で使用するとき、最も近い回転速度［min^{-1}］は？

三相誘導電動機の回転速度

$$N_S\ [min^{-1}] = \frac{120f}{p}$$

の式に各数値を代入して求めます。

$$N_S = \frac{120 \times 50}{6} = 1000\ [min^{-1}]$$

これが答えとなります。

■三相かご誘導電動機 R2 年下期（午前）の問 14

問題

一般用低圧三相かご誘導電動機に関する記述で、誤っているものは？

イ　負荷が増加すると回転数はやや低下する。

ロ　全電動圧始動（じか入れ始動法）での始動電流は、全負荷電流の 4～8 倍程度である。

ハ　電源の周波数が 60Hz から 50Hz に変わると回転速度が増加する。

ニ　3 本の結線のうちいずれか 2 本を入れ替えると逆回転する。

上記は、ハが答えとなります。「回転速度は周波数に比例する」ので、周波数が減ると回転速度は低下します。

■三相誘導電動機 R3 年上期（午後）の問 15

問題

低圧三相誘導電動機に対して低圧進相コンデンサを並列に接続する目的は？

イ　回路の力率を改善する。

ロ　電動機の振動を防ぐ。

ハ　電源の周波数の変動を防ぐ。

ニ　回転速度の変動を防ぐ。

上記は、イが正解です。コンデンサは三相誘導電動機だけでなく、機器や「回路の力率の改善」に使用されます。

■三相誘導電動機 R3 年下期（午前）の問 22

問題

三相誘導電動機回路の力率を改善するために、低圧進相コンデンサを接続する場合、その接続場所及び接続方法として、最も適切なものは？

イ　手元開閉器の負荷側に電動機と並列に接続する。

ロ　主開閉器の電源側に各台数分をまとめて電動機と並列に接続する。

ハ　手元閉塞器の負荷側に電動機と直列に接続する。

ニ　手元開閉器の電源側 n 電動機と並列に接続する。

上記は、イが答えとなります。三相誘導電動機回路に力率を改善するためのコンデンサは、「手元開閉器の負荷側に電動機と並列に接続」します。

⑥【分岐回路の過電流遮断器】難易度★（易）

過電流遮断器とは幹線（大本の線のこと）に定格電流以上の電気が流れないように保護する装置です。

分岐回路の過電流遮断器と電線の許容電流については以下の設置条件があります。

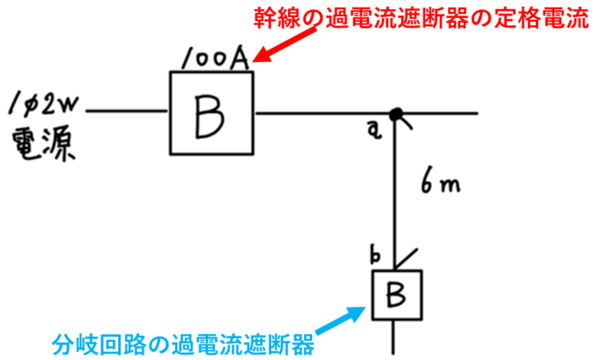
分岐回路の過電流遮断器の距離	分岐点からの電線の許容電流
8mを超える（制限なし）	定格電流の 55%以上
3 m～8m以下	定格電流の 35%以上

試験では幹線の分岐点から過電流遮断器を設置した場合の許容電流の最小値などを問う問題が出題されます。

■分岐回路の過電流遮断器 H30 年上期の問 9

問題

図のように定格電流 100A の過電流遮断器で保護された低圧屋内幹線から分岐して、6mの位置に過電流遮断器を施設するとき、a—b 間の電線の許容電流の最小値［A］は？



幹線の分岐点から過電流遮断器までの距離は 6mなので、先ほどの上の表より「定格電流の 35%以上」という条件となる。定格電流 100V の 35%以上が a—b 間の電線の許容電流の最小値となります。

$$100 \times \frac{35}{100} = 35\text{A}$$

これが答えとなります。

色んな知識が絡みあって出題される問題

⑦【熱量、電力（消費電力）、電力量】難易度★★（普通）

電気抵抗に電流を流すと熱が発生する。これを電流の発熱作用といいます。

電流が 1 秒間に流れてする仕事を「電力（消費電力）」といいます。

ある時間内に消費または発生した電気エネルギーの総量を表すものを「電力量」といいます。

熱量 H、電力 P、電力量 W の関係式等は以下とおりです。

$$\underset{\text{(発熱量)}}{H\,[\text{J}]} = \underset{\text{(電流)}}{I^2} \times \underset{\text{(抵抗)}}{R} \times \underset{\text{(時間)}}{t_{(S)}} = V \times I \times t_{(S)} = P \times t_{(S)}$$

$$\text{電力量}W\,[\text{W}\cdot\text{s}] = H[\text{J}]$$

$$\underset{\text{(電力：単位W)}}{P} = \underset{\text{(電圧)}}{V} \times \underset{\text{(電流)}}{I}$$

電力量W［W･s］＝P(W)×t(s)

1ｇの水を1℃（1Ｋ）上昇させるのに必要な熱量Ｈは約4.2［Ｊ］
※ 1Kと1℃の幅は同じです。試験では**1℃＝1K**との認識でOKです。
1［J］は1［W･ｓ］の電力量に等しい。

では、過去問をやってみましょう！！

■熱量＋電力量 H30 年下期の問 4

問題

電熱器により、60 kgの水の温度を 20K 上昇させるのに必要な電力量［kW・ h］は？
ただし、水の比熱は 4.2kJ/(kg・K)とし、熱効率は 100%とする。

60ｇの水を 20Ｋに上昇させるのに必要な熱量は、60×20×4.2＝5040ｋJ、J に単位変換すると 5040000［J]。
１［J］は１［W･ｓ］の電力量に等しいので、5040000［Ｊ］は 5040000［W･ｓ］に置き換えることが出来ます。
求める単位は［kg・K］なので、単位変換して 5040000［W･ｓ］→5040［ｋW･s］。
5040［ｋW･s］を更に、［kW･ｈ］に変換する必要があります。5040÷3600＝1.4［kW･ｈ］が答えとなります。

■熱量 R3 年下期（午後）の 問 3

問題

消費電力 500W の電熱器を 1 時間 30 分使用したときの発熱量［kJ］は？

発熱量Ｈ［J］＝P［W］×t［s］の式を使用します。1 時間 30 分を秒に単位変換すると 5400 秒。
H＝500W×5400 秒＝2700000［J]。
求める発熱量の単位は［kJ］なので、単位変換し 2700000÷1000＝2700［kJ］となり、これが答えとなります。

■電力量 R5 年上期（午前）の問 3

問題

抵抗に 100V の電圧を 2 時間 30 分加えたとき、電力量が 4［kW･ｈ］であった。抵抗に流れる電流［A］は？

１［J］は１［W･ｓ］の電力量に等しいです。
４［kW･ｈ］を［W･ｓ］へ変換すると、14400000［W･ｓ］となります。
2 時間 30 分は秒に単位変換すると 9000 秒です。
Ｈ＝Ｖ×Ｉ×ｔの式に当てはめて、14400000［Ｊ］＝100［V］×Ｉ×9000［ｓ］でＩ＝16［A］となり、これが答えとなります。

■熱量 R4 年下期（午後） 問 3

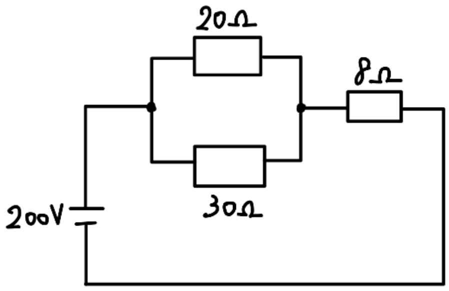
> 問題
>
> 抵抗器に 100V の電圧を印加したとき、4A の電流が流れた。1 時間 20 分の間に抵抗器で発生する熱量［ｋJ］は？

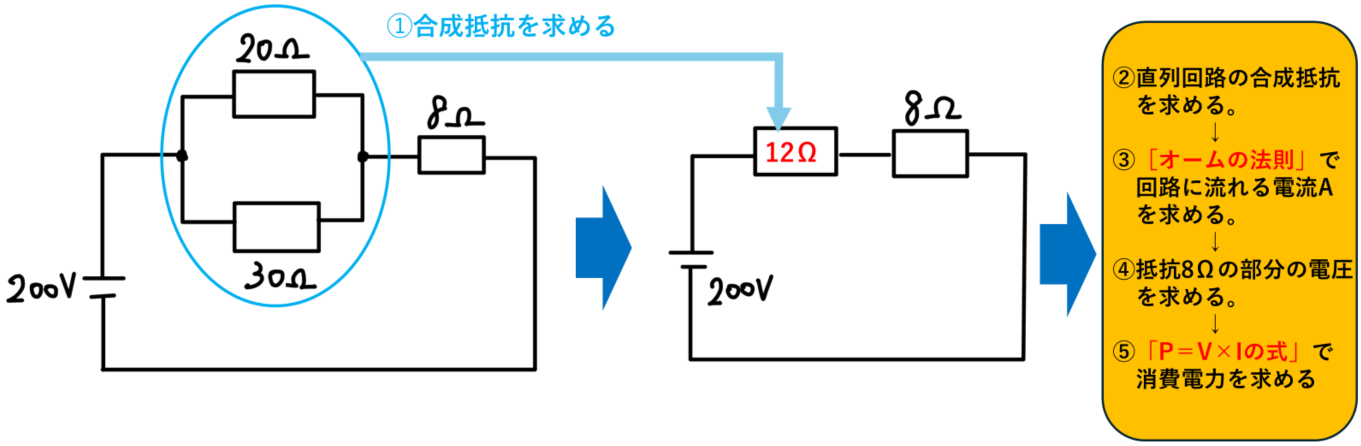
H［J］＝V×I×ｔ(s)を使用します。1 時間 20 分を秒に単位変換すると 4800 秒となります。

式に当てはめると H＝100V×4A×4800(s)＝1920000［J］。

単位を［J］から［kJ］へ変換すると 1920［kJ］となり、これが答えとなります。

■合成抵抗＋消費電力 R5 年上期（午後） の問 1

> 問題
>
> 図のような回路で、8Ω の抵抗での消費電力［W］は？
>
> 
>



①合成抵抗を求める＝600/50（和分の積）＋8Ω

＝12Ω＋8Ω

＝20Ω

②上図（右）の直列回路にて合成抵抗を求める。合成抵抗＝12Ω＋8Ω＝20Ω

③オームの法則にて回路の電流を求める。200V÷20Ω＝10A

④オームの法則にて抵抗 8Ω での電圧を求める。10A×8Ω＝80V

⑤「P(W)＝V×I」の式にて消費電力を求める。80V×10A＝800W となり、これが答えになります。

熱量 R2 年下期（午前）の問 3

> 問題
>
> 電線の接触不良により、接続点の接触抵抗が 0.2Ω となった。この電線に 15A の電流が流れると、接続点から 1 時間に発生する熱量［kJ］は？ただし、接触抵抗の値は変化しないものとする。

H［J］＝I^2×R×ｔにて求める。1時間を秒に単位変換すると3600秒。

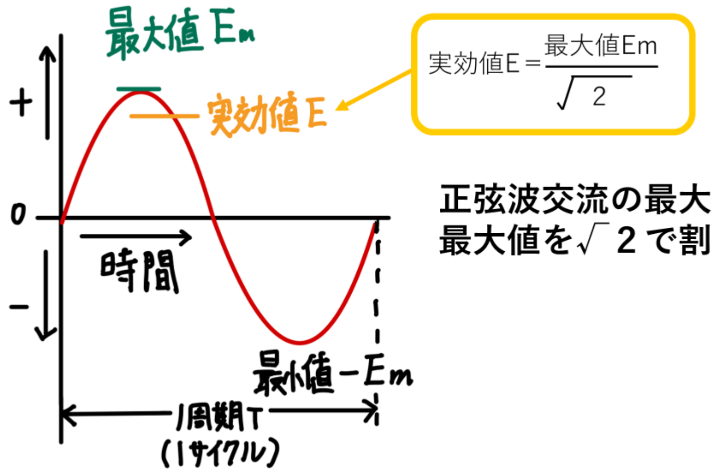
　　　　＝15×15×0.2×3600

　　　　＝162000［J］

162000［J］を［kJ］に単位変換すると162［kJ］となり、これが答えとなります。

⑧【正弦波交流】難易度★（普通）

家庭のコンセントには正弦波交流と呼ばれる電気がきています（下図）。

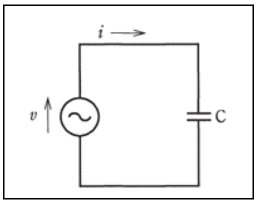


正弦波交流の最大の値を最大値
最大値を√2で割った値を実効値という

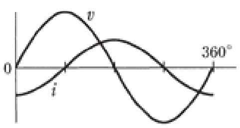
■交流回路 R1年下期の問4

問題

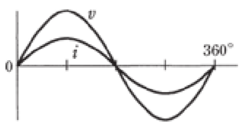
図のような正弦波交流回路の電源電圧ｖに対する電流ｉの波形として正しいのはどれか？



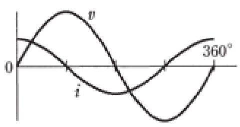
イ.



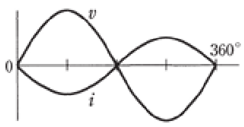
ロ.



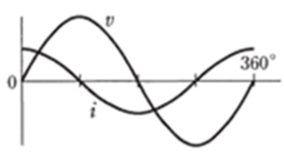
ハ.



ニ.



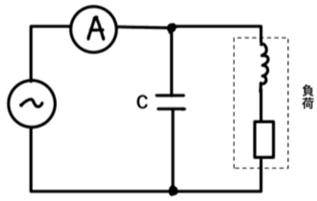
ハ.



コンデンサの回路は電圧ｖより1/4周期位相が進んだ電流が流れています。「ハ」が正解となります。理由については説明は細かく、逆に難しくなる為、試験対策としては、そのまま図を覚える方が早いです。

また交流回路の問題では以下のようなものも、出題歴がありますので確認しておきましょう。

■交流回路 H29 年上期の問 4

問題 図のような交流回路で、負荷に対してコンデンサ C を設置して、力率を 100%に改善した。このときの電流計の指示値は？ 

イ 零になる。

ロ コンデンサ設置前と比べて変化しない。

ハ コンデンサ設置前と比べて増加する。

ニ コンデンサ設置前と比べて減少する。 これが答えとなります。

負荷と並列にコンデンサを接続した場合
回路に流れる**電流は減少する。** このまま覚えましょう！

■交流回路 H26 年上期の問 1

問題　最大値が 148［V］の正弦波交流電圧の実効値［V］は？

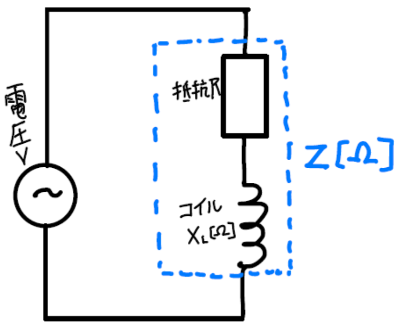
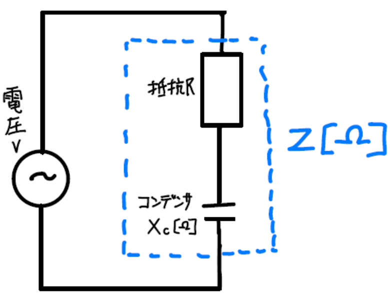
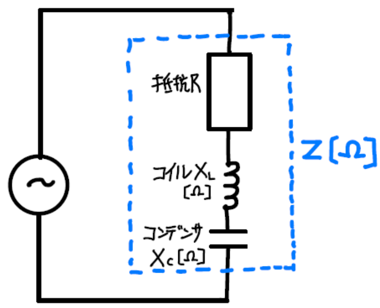
実効値 E ＝148÷$\sqrt{2}$　　※$\sqrt{2}$≒1.41

＝104.9・・≒105［V］となり、これが答えとなります。

⑨【交流回路のリアクタンス・インピーダンス】難易度★★（普通）

リアクタンス X［Ω］・・電流の流れにくさ。

インピーダンス Z［Ω］・・抵抗やリアクタンスを総称したもの。

交流回路のインピーダンス Z、電圧 V、電流 I の関係式		
		
抵抗とコイルの組み合わせ $V=I\times Z=I\times\sqrt{R^2+X_L{}^2}$	抵抗とコンデンサの組み合わせ $V=I\times Z=I\times\sqrt{R^2+X_C{}^2}$	抵抗、コイル、コンデンサの組み合わせ $V=I\times Z=I\times\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$

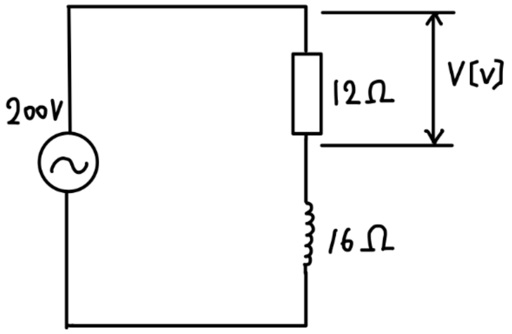
公式については、まず「V＝I×Z」を覚える。しかし、億劫になることはありません。

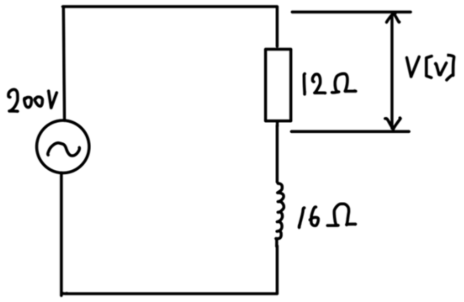
抵抗の総称として Z（インピーダンス）いうものになっていますが、実はオームの法則の「V＝I×R」と同様です。また、Z の部分は「抵抗 R、リアクタンス（X c・X L）」で、それぞれの値を 2 乗して足して、平方根（√）したものです。※右側のコイルとコンデンサの両方がある回路だけは引き算が入っているので注意です。

■リアクタンス・インピーダンス R4 年下期午前の問 4

問題

図のような交流回路において、抵抗 12Ωの両端の電圧Ｖ［Ｖ］は？





回路の電流Ｉを求めます。
その為に、合成抵抗を求めましょう

$$V = I \times Z = I \times \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$200 = I \times \sqrt{(12)^2 + (16)^2}$$
$$200 = I \times \sqrt{400}$$
$$200 = I \times 20$$
$$I = 10\ [A]$$

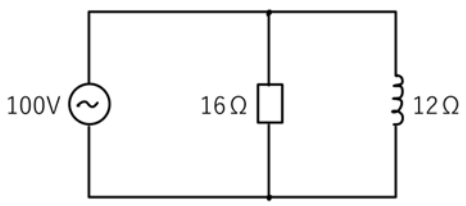
抵抗12［Ω］のところの電圧を求める。
オームの法則を使用。Ｖ＝12［Ω］×10［A］
＝120［V］

でこれが答えになります。

■リアクタンス・インピーダンス R3 年上期午前の問 4

問題

図のような抵抗とリアクタンスが並列に接続された回路の消費電力［W］は？



電力を消費するのは抵抗で、コイルは電力消費しないので覚えておきましょう。

抵抗にかかる電圧は 100V で、抵抗に流れる電流はオームの法則で求めます。

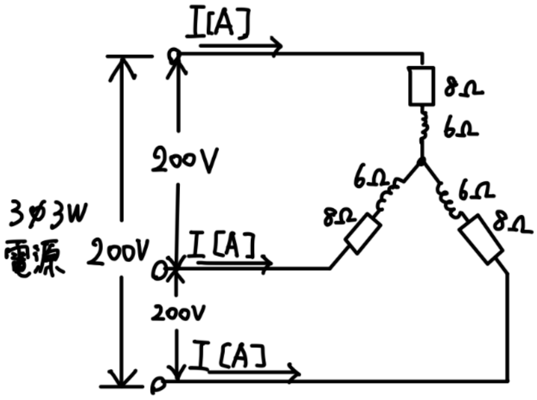
I＝V÷R⇒I＝100÷16＝6.26［A］。

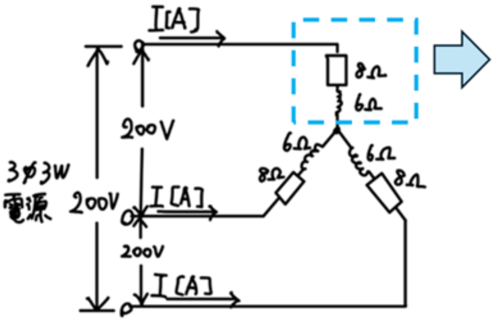
消費電力の式は P＝V×I にて 100×6.25＝625［W］となり、これが答えとなります。

■リアクタンス・インピーダンス H30 年下期の問 5

問題

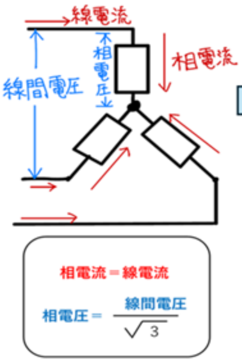
図のような三相 3 線式回路に流れる電流 I［A］は？





こちらのインピーダンスを求めます。

$$Z=\sqrt{R^2+X_L^2}$$
$$=\sqrt{(8)^2+(6)^2}=10\ \Omega$$



左の関係式より

$$\text{相電圧［V］}=\frac{200}{\sqrt{3}}$$

$$\boxed{V=I\times Z=I\times\sqrt{R^2+X_L^2}}\ \text{より}$$

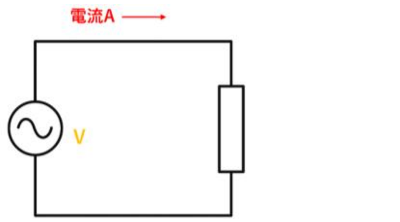
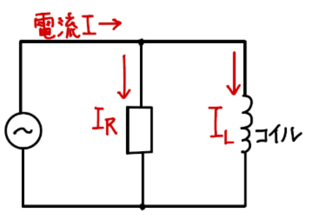
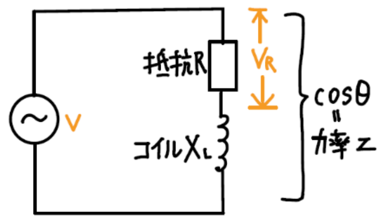
$$\frac{200}{\sqrt{3}}=I\times 10$$

$$I=\frac{20}{\sqrt{3}}=11.56\cdots$$
$$\fallingdotseq 11.6\ [\mathrm{A}]$$

これが答えとなります。

⑩【交流回路の力率】難易度★★（普通）

力率とは供給された電力のうち有効に働いた割合を示す値です。力率の公式は以下の 3 つです。

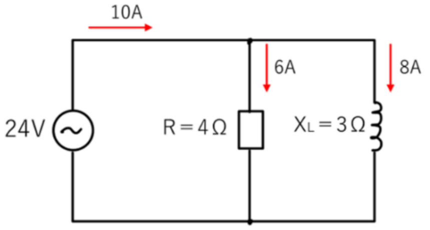
		
$P=V\times I\times\cos\theta$ (消費電力W) (力率)	$\cos\theta=\frac{I_R}{\sqrt{I_R^2+I_L^2}}=\frac{I_R}{I}$	$\cos\theta=\frac{R}{Z}=\frac{R}{\sqrt{R^2+X_L^2}}=\frac{V_R}{V}=\frac{V_R}{\sqrt{V_R^2+V_L^2}}$

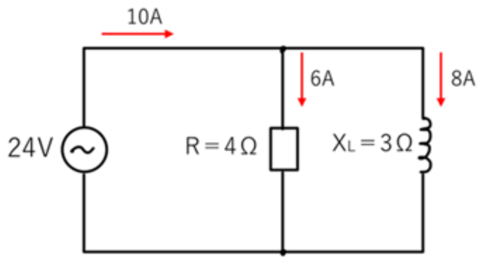
では、過去問をやってみましょう！！

■力率 R3 年上期午後の問 4

問題

図のような回路で、電源電圧が 24V、抵抗 R＝4Ω に流れる電流が 6A、リアクタンス X_L＝3Ω に流れる電流が 8A であるとき、回路の力率［%］は？





$$\cos\theta = \frac{I_R}{\sqrt{I_R^2+I_L^2}} \fallingdotseq \boxed{\frac{I_R}{I}}$$

$$\cos\theta\ (力率) = \frac{6}{10} = 0.6$$

求める回路の力率は［%］なので、変換が必要です。

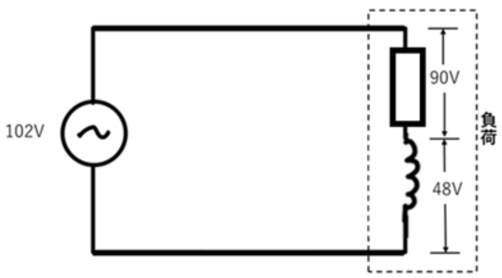
$$0.6\times100 = 60\%$$

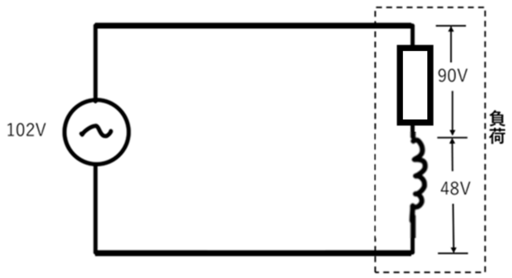
でこれが答えになります。

■力率 R5 年下期（午前）の問 4

問題

図のような交流回路で、電源電圧 102V、抵抗の両端の電圧が 90V、リアクタンスの両端の電圧が 48V であるとき、負荷の力率［%］は？





$$\mathrm{Cos}\,\theta = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2+X_L^2}} \fallingdotseq \boxed{\frac{V_R}{V}} = \frac{V_R}{\sqrt{V_R^2+V_L^2}}$$

$$\cos\theta = \frac{90}{102} \fallingdotseq 0.88$$

求める回路の力率は［%］なので、変換が必要です。

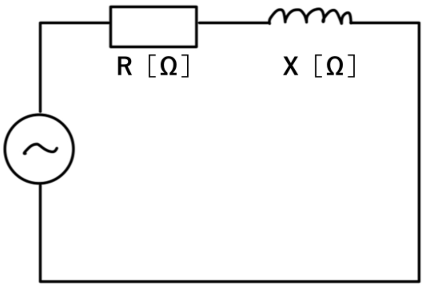
$$0.88\times100 = 88\%$$

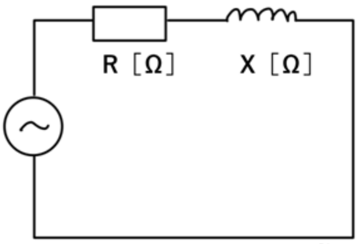
でこれが答えになります。

■力率 R4 年下期（午後）の問 4

問題

図のような交流回路の力率［%］を示す式は？





抵抗Rとコイル X［Ω］の交流回路の公式は

$$\cos\theta\ [\text{力率}] = \frac{R}{\sqrt{R^2+X^2}}$$

となります。

求める力率の単位が［%］なので、パーセント表記にすると・・

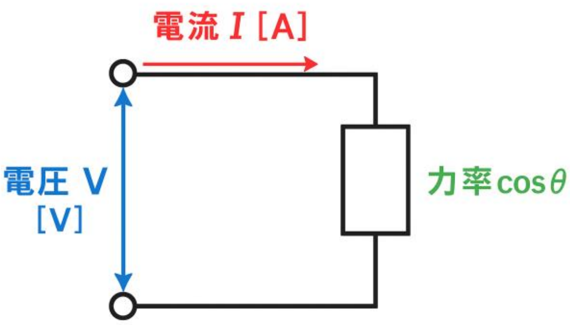
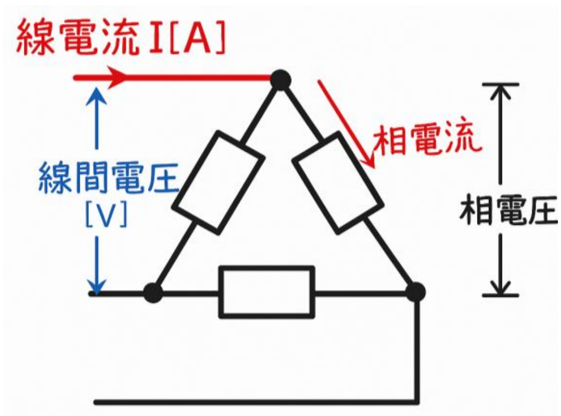
$$\cos\theta\ [\text{力率}] = \frac{R}{\sqrt{R^2+X^2}} \times 100$$

$$= \frac{100R}{\sqrt{R^2+X^2}}$$

これが答えとなります。

⑪【負荷の消費電力】難易度★★（普通）

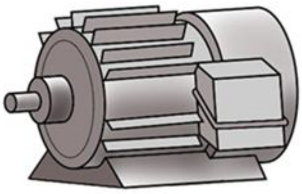
電気回路にて負荷（電球など）は、電力を消費しながら動いています。負荷が消費する電力のことを消費電力と呼びます。単相 2 線式の負荷の消費電力と三相 3 線式の負荷の消費電力の消費電力は以下の通りです。

 単相 2 線式（力率の式と同じ式） $P = V \times I \times \cos\theta$ （消費電力W）（力率）	 三相 3 線式 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\theta$ （線間電圧）（線電流）

では、過去問をやってみましょう！！

■消費電力＋力率 R2 年下期（午前）の問 5

問題
定格電圧［V］、定格電流 I［A］の三相誘導電動機を定格状態で時間 t ［h］の間、連続運転したところ、消費電力量がW［kW・h］であった。この電動機の力率［%］を示す式は？



三相誘導電力機（モータ）

消費電力量＝消費電力に時間をかけたもの

三相誘導電力機の消費電力量の式は以下となります。

$$W\ [W\cdot h] = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\theta \times t$$

問題文の消費電力量Wの単位は［kW・h］となっています。
単位変換の為に10^{-3}をかけます。

よって $W\ [W\cdot h] = 3 \times V \times I \times \cos\theta \times t \times 10^{-3}$

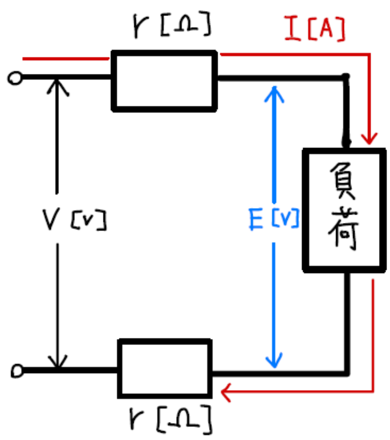
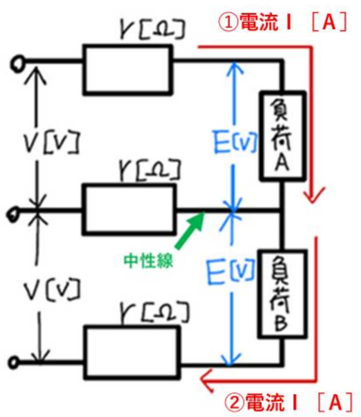
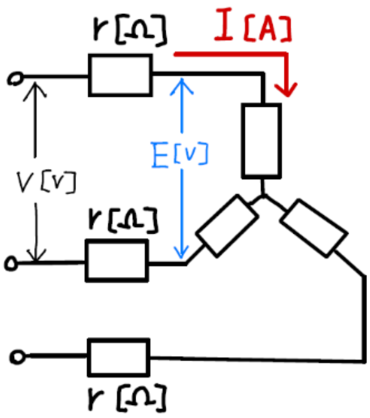
力率（cos θ）の式を求めるので式を変更します ⇨ $\cos\theta = \dfrac{W}{\sqrt{3} \times V \times I \times t} \times 10^3$

求める力率の単位が［%］なので
パーセント表記にすると $\cos\theta = \dfrac{W}{\sqrt{3} \times V \times I \times t} \times 10^3 \times 100$

$\cos\theta = \dfrac{W}{\sqrt{3}VIt} \times 10^5$となり、これが答えです。

⑫【電線路の電圧降下】難易度★★（普通）～★★★（難）

電線に電流が流れると、電線の「抵抗 r×電流 I」分の電圧が下がります（電線路の電圧降下と呼びます）。

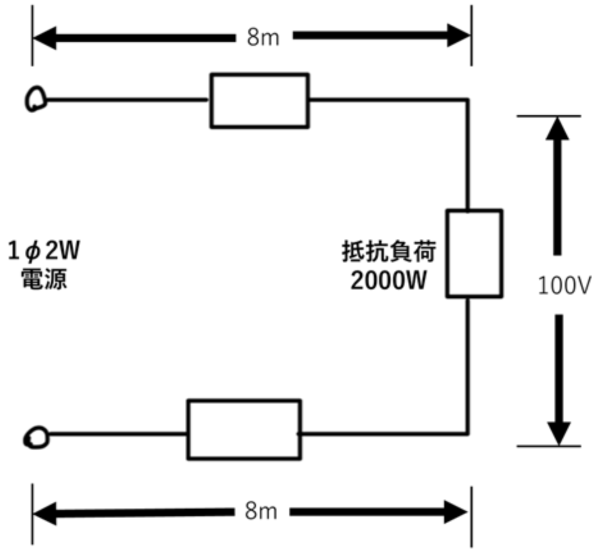
<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>
</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>電圧降下＝V－E＝2×r×I
（V）</td>
<td>※①電流 I＝②電流 I のとき、中性線がゼロとなる。この場合の電圧降下は下記の式。
電圧降下＝V－E＝r×I
（V）</td>
<td>電圧降下＝V－E＝√3×r×I
（V）</td>
</tr>
</table>

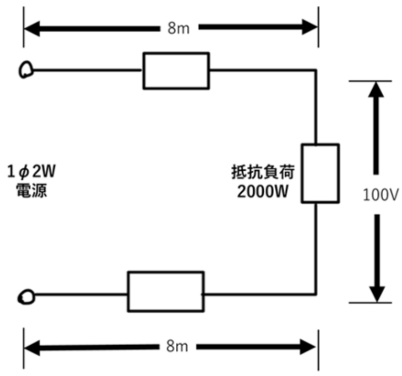
では、過去問をやってみましょう！！

■電線の電圧降下 H30 年下の問 6

問題

図のように、電線のこう長 8 m の配線により、消費電力 2000W の抵抗負荷に電力を供給した結果、負荷の両端の電力は 100 V であった。配線における電圧降下［V］は？ただし、電線の電気抵抗は長さ 1000m 当たり 3.2 Ωとする。





電圧降下の式は 電圧降下（V）＝V－E＝2×r×L です。

図の提示の数値をみると
矢印の式が使用できそうです。［電線自体の抵抗 r ］と［電流］を求めます。

P（電力：単位W） ＝ V（電圧）×I（電流） なので、抵抗負荷にかかる電流を求めます。

2000(W)＝100(V)×I(A)
I ＝20(A)

「電線の電気抵抗は長さ1000m当たり3.2Ωとする」
と記載されているので、8mときの電線の抵抗値Xを求めます。

8 ：X（Ω）＝1000：3.2 ⇒ 1000X＝25.6
X=0.0256［Ω］

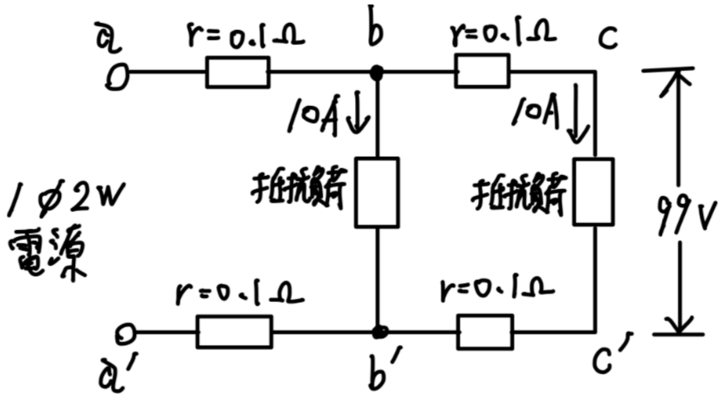
数値がそろったので、電圧降下＝ 2 ×0.0256×20で求めます。
＝1.024
≒1

でこれが答えになります。

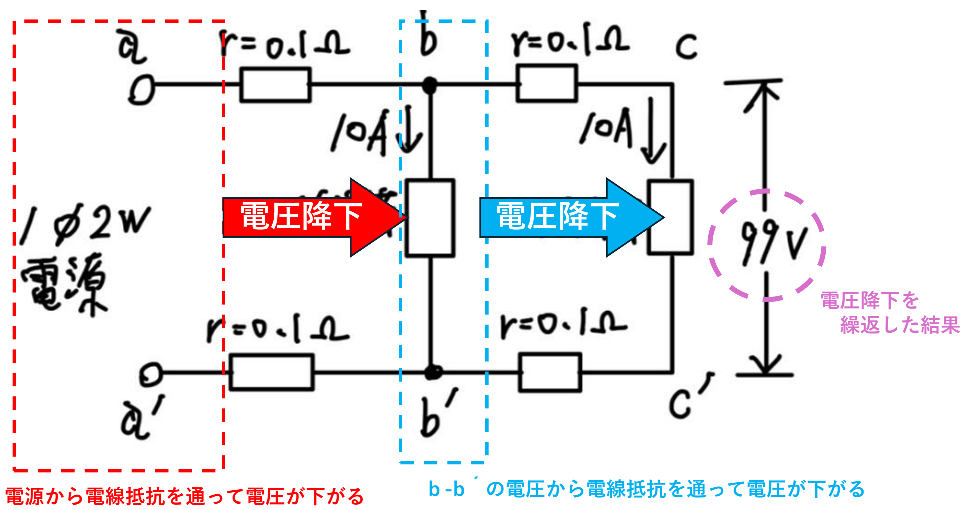
■電線の電圧降下 H27 年下期の問 6

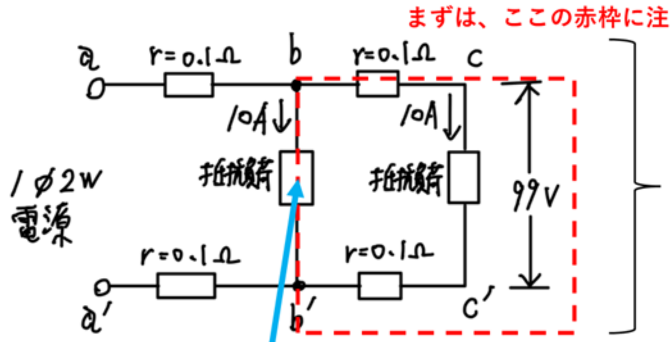
問題

図のような単相 2 線式回路で、c＝c´間の電圧が 99 V のとき、a－a´間の電圧［V］は？
ただし、 r は電線の抵抗［Ω］とする。



電圧降下を分かりやすく





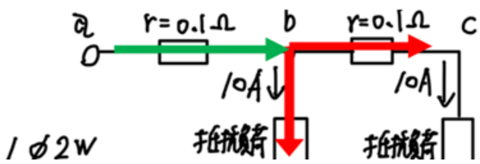
単相2線式の電圧降下の式は

電圧降下＝V－E＝2×r×I

＝2×0.1×10
＝2V

この問題では、電圧降下した後の電圧が「99V」と既に明らかになっています。
という事は電圧降下する前のb－b´間の電圧は99V＋2V＝101Vという事が分かります。

では、同様のやり方でa－a´間の電圧を求めます。
（図のa－b間の電圧は各抵抗に流れる10A（赤線）の分流前の電流値（緑）となるので10A＋10A＝20Aです。



電圧降下＝V－E＝2×r×I

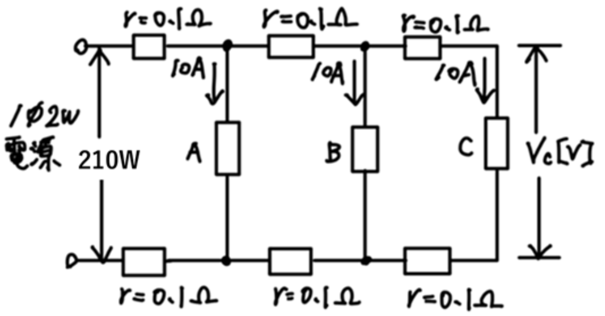
＝2×0.1×20
＝4

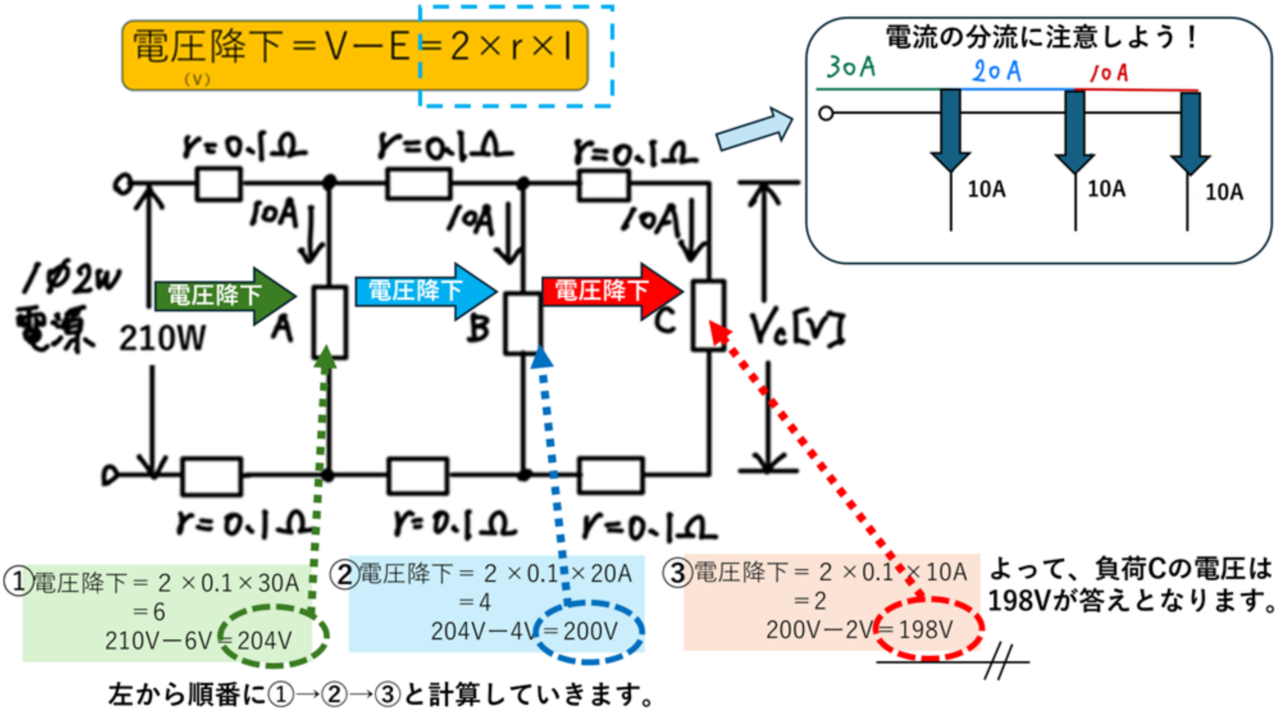
101V＋4V＝105V
これが答えとなります。

■電線の電圧降下 R4 年上期（午後）の問 6

問題

図のように、単相 2 線式電線路で、抵抗負荷 A、B、C にそれぞれ負荷電流 10A が流れている。電源電圧が 210V であるとき抵抗負荷 C の両端電圧 Vc［V］は？ただし、 r は電線の抵抗［Ω］とする。

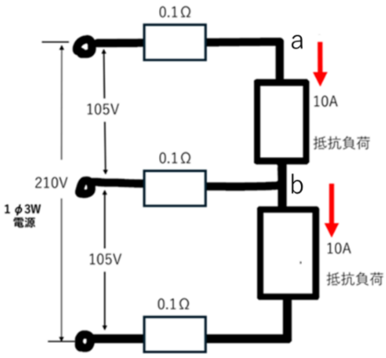


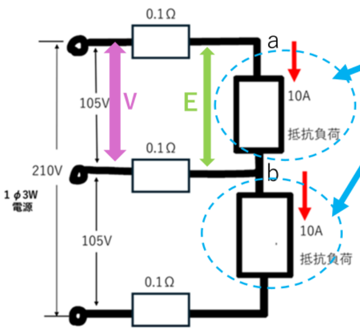


■電線の電圧降下 H30 年下期の問 7

問題

図のような単層 3 線式回路において、電線 1 線当たりの抵抗が 0.1Ωのとき a－b 間の電圧［V］は？





各抵抗に流れる電流の値は同じなので、**中性線は０A**となります。

よって、この式で求めます。**電圧降下（V）＝V－E＝r×I**

電圧降下＝0.1(Ω)×10(A)
＝１V

a－b間というは左の図でいうところのEです。

電圧降下とVの値は分かっているので、再度上記の式を使用します。

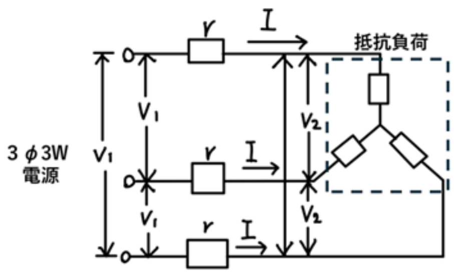
1(V)＝105(V)－E(V)
E＝104(V)

でこれが答えになります。

■電線の電圧降下 H23 年下期の問題

問題

図のような三相 3 線式回路で、電線 1 線当たりの抵抗が r ［Ω］、線電流が I ［A］であるとき、電圧降下（V_1-V_2）［V］を示す式は？

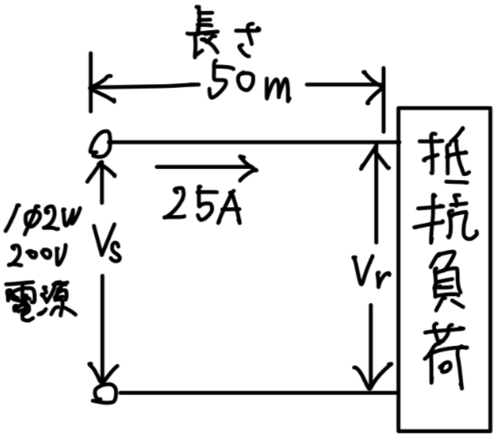


公式を答えるだけの問題です。「電圧降下(V)＝$\sqrt{3}$× r × I 」が答えとなります。こちらの問題は 10 年以上出題されていませんが、仮に出題されてビックリしないように補足として紹介しました。

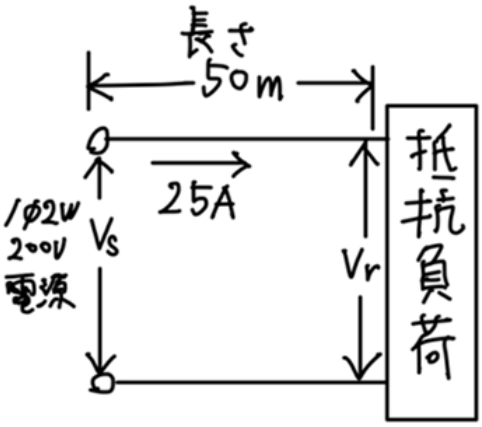
■電線の電圧降下＋電線抵抗 R4 年下期（午前）の問 6

問題

図のような単相 2 線式電線路において、線路の長さは 50m、負荷電流は 25A で、抵抗負荷が接続されている。線路の電圧降下（$V_s－V_r$）を 4V 以内にするための電線の最小太さ（断面積）［mm^2］は？ただし、電線の抵抗は表のとおりである。



電線の太さ［mm^2］	1 km当たりの導体抵抗［Ω/km］
5.5	3.33
8	2.31
14	1.30
22	0.82



単相2線式の電圧降下の式は

電圧降下（V）＝V－E＝2×r×I

電圧降下は4V以下と条件があります。

4＝2× r ×25
4＝50 r
r＝0.08

電圧降下を 4 V以下にするには、電線1本の抵抗が0.08Ω以下でなければならないという事になります。

電線の太さ［mm^2］	1 km当たりの導体抵抗［Ω/km］
5.5	3.33
8	2.31
14	1.30
22	0.82

ここで注意ポイント！
1km当たりの導体抵抗となっています。

電線の長さの単位がmなので各導体抵抗を1000で割って**1m当たりの導体抵抗に変換**しなければなりません。
それに**長さ（50m）をかけたものが電線の抵抗**となります。

下に続きます

それぞれを計算してみましょう！

電線1本の抵抗が0.08Ω以下なのは？

電線の太さ$5.5mm^2$　電線の抵抗＝$\frac{3.33}{1000}\times 50$ ⇒ R＝0.1665［Ω］ ✖

電線の太さ$8mm^2$　電線の抵抗＝$\frac{2.31}{1000}\times 50$ ⇒ R＝0.1155［Ω］ ✖

電線の太さ$14mm^2$　電線の抵抗＝$\frac{1.30}{1000}\times 50$ ⇒ R＝0.0065［Ω］ ○

電線の太さ$22mm^2$　電線の抵抗＝$\frac{0.82}{1000}\times 50$ ⇒ R＝0.041［Ω］ ○

問題文は「電線の最小太さ（断面積）［mm^2］」は？となってますので、電線の太さ$14mm^2$が最小値となりこれが答えとなります。

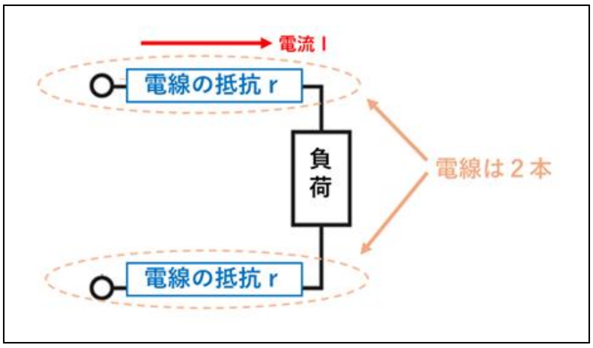
⑬【電線路の電力損失】難易度★★（普通）～★★★（難）

電線に電気が流れると、電線自体の抵抗にてムダに電力が損失される（電線路の電力消失と呼ぶ)。

１本あたりの電線路の電力損失は以下の式で求められる。

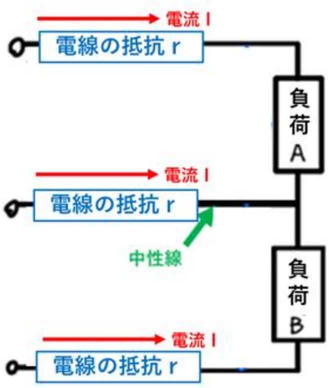
１本あたりの電力損失（W）＝$I^2\times r$

では単層２線式の場合は



電線２本の電力損失＝２×$I^2\times r$

単相３線式（中性性に流れる電流がゼロ）の場合は

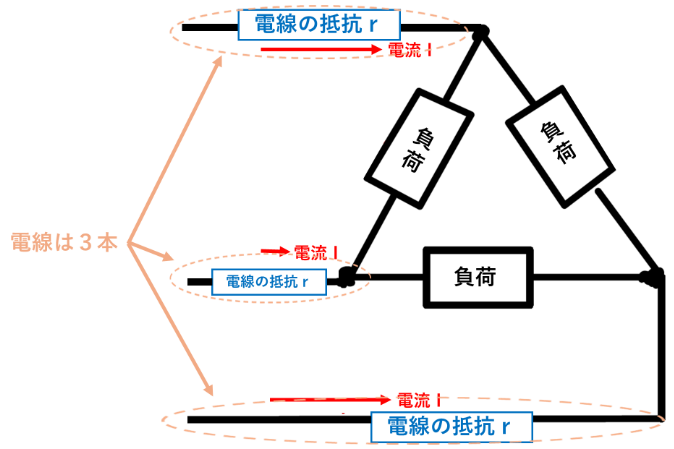


中性性に流れる電流がゼロの場合なので、当然ながら中性性の電線抵抗はありません。

よって電線２本の電力損失と同様の式になります（うっかり電線は３本？としないように注意です。）

電線２本の電力損失＝２×$I^2\times r$

三相３線式の場合は



電線は３本なので、以下の式となる。

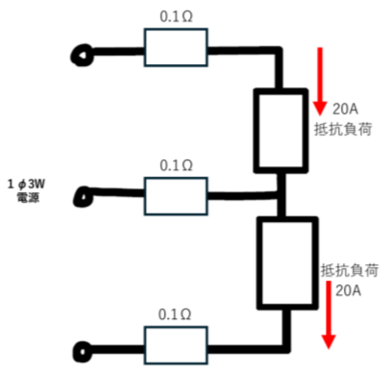
電線３本の電力損失＝３×I^2×ｒ

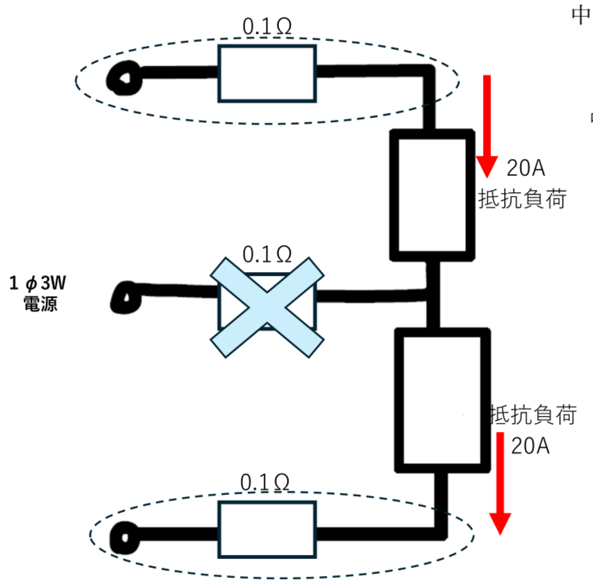
では、過去問をやってみましょう！！

■電線路の電力損失 H27 年下期の問７

問題

図のような単層３線式回路で、電線１線当たりの抵抗が 0.1Ω、提供負荷に流れる電流がともに 20A のとき、この電線路の電力損失［W］は？





抵抗に流れる電流はどちらとも20Aと同じなので、
中性線は０Ａとなります。

中性線が０Ａのときの式は

電線２本の電力損失＝２×I^2×ｒ

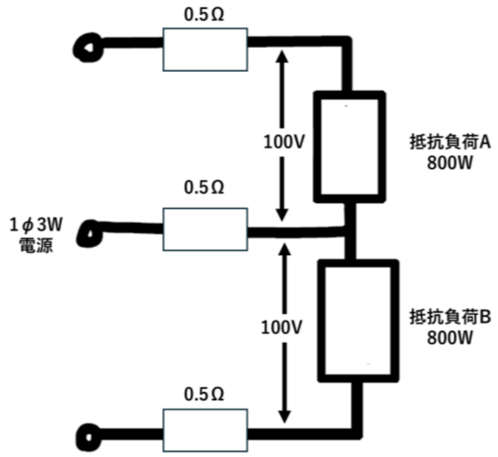
よって、電力損失(W)＝2×0.1×$(20)^2$
＝80 (W)

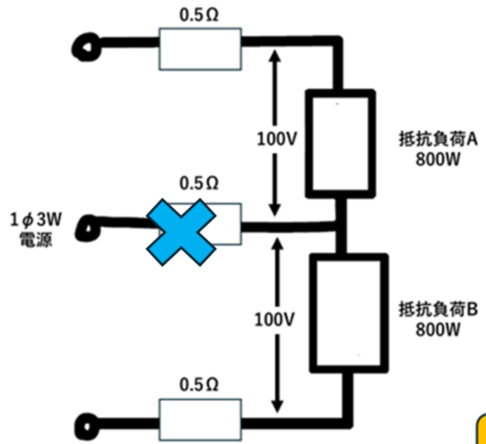
でこれが答えになります。

■電線路の電力損失 R5 年下期（午前）の問 7

問題

図のような単相 3 線式回路で、負荷 A、負荷 B はともに消費電力 800W の抵抗負荷である。負荷電流がともに 100 V であるとき、この配線の電力損失［W］は？ただし、電線 1 線当たりの抵抗は 0.5Ω とする。





抵抗負荷A＝Bで同じです。
各抵抗に流れる電流は

P ＝ V×I
（電力：単位W） （電圧） （電流）

で求めます。

800［W］＝100［V］×I［A］
I＝8［A］

各抵抗A、Bに流れる電流は同じなので中性線は0A。
電線は2本になるので下記の式で電力損失を求めます。

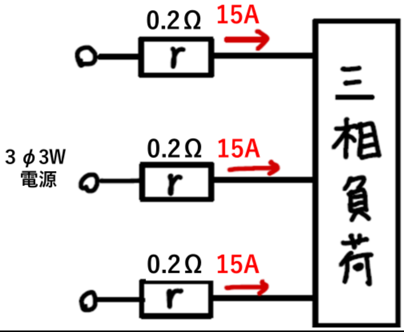
電線２本の電力損失＝ $2 \times I^2 \times r$

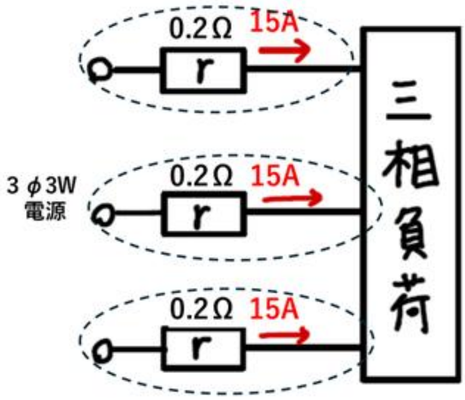
各数値をあてはめて、電力損失［W］＝$2\times(8)^2\times0.5=64$[W]。
これが答えになります。

■電線路の電力損失 R3 年上期（午前）の問 7

問題

図のような三相交流回路において、電線 1 線当たりの抵抗が 0.2Ω、線電流が 15A のとき、この電線路の電力損失［W］は？





電線 3 本の電力損失＝ 3 ×I^2× r

上記の式に当てはめて計算します。

電力損失(W)＝ 3 ×0.2×$(15)^2$

＝135(W)

でこれが答えになります。

■電線路の電力損失 5 年上期（午前）の問 7

問題

図 1 のような単相 2 線式回路を、図 2 のような単相 3 線式回路に変更した場合、配線の電力損失はどうなるか？ただし、負荷電圧は 100V 一定で、負荷 A、負荷 B はともに消費電力 1 k Wの抵抗負荷で、電線の抵抗は 1 線当たり 0.2Ωとする。

図 1

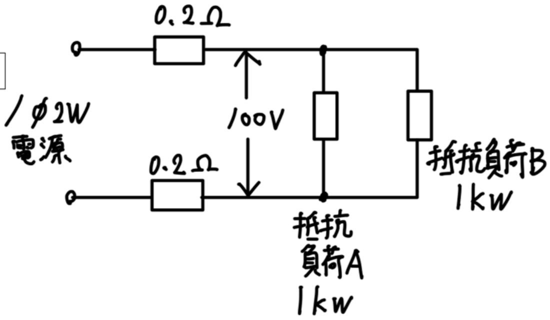
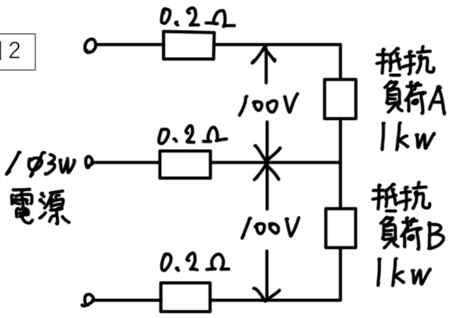
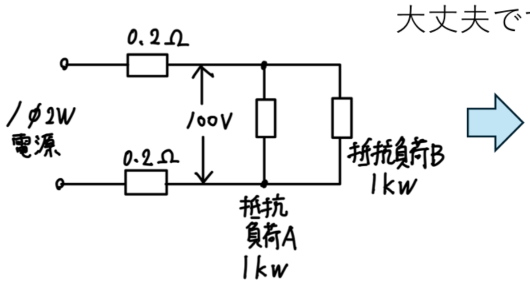


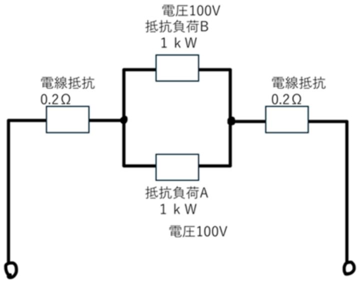
図 2



まず、図１の単相２線式回路の電力損失を考えていきましょう。

大丈夫です。見方を変えれば実は見慣れた並列回路です。





各抵抗のW（ワット）は1ｋW＝1000Wです。

各抵抗の電流値は $\boxed{P = V \times I}$（電力：単位W）（電圧）（電流） で求める事ができます。

1000W＝100×I（A）となり、I（A）＝10A

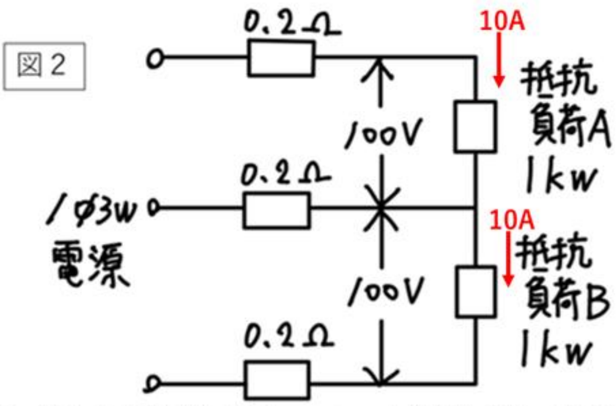
並列回路なので抵抗Aと抵抗Bに流れる電流の和が電線に流れるものとなります。
10A＋10A＝20A。
単相2線式の電力損失の式は⇒ 電線２本の電力損失＝２×I^2× r
各数値をあてはめて、電力損失［W］＝$2\times(20)^2\times0.2=160$[W]となります。

次に単相３線式回路の場合を考えます。

各抵抗のW（ワット）は1ｋW＝1000Wです。

各抵抗の電流値は $\boxed{P = V \times I}$（電力：単位W）（電圧）（電流） で求める事ができます。

1000W＝100×I（A）となり、I（A）＝10A



抵抗A、Bに流れる電流は同じなので、中性線に流れる電流は0Aとなります。

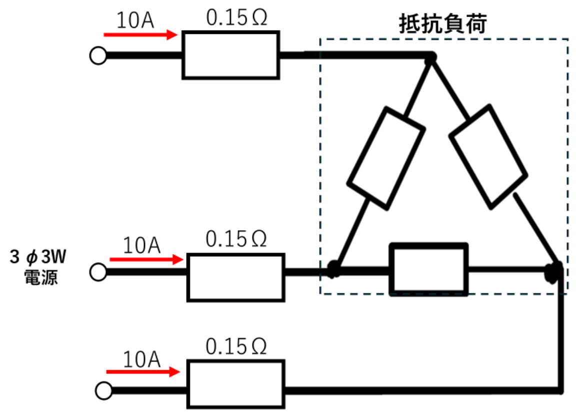
単相2線式の電力損失の式は⇒ 電線２本の電力損失＝２×I^2× r

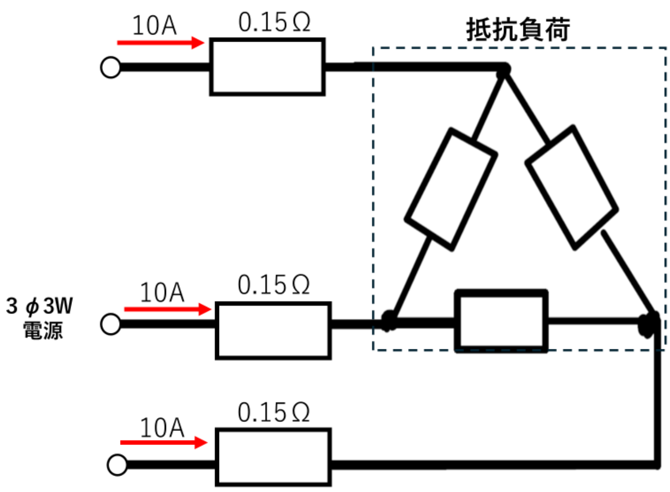
各数値をあてはめて、電力損失［W］＝$2\times(10)^2\times0.2=40$[W]となります。

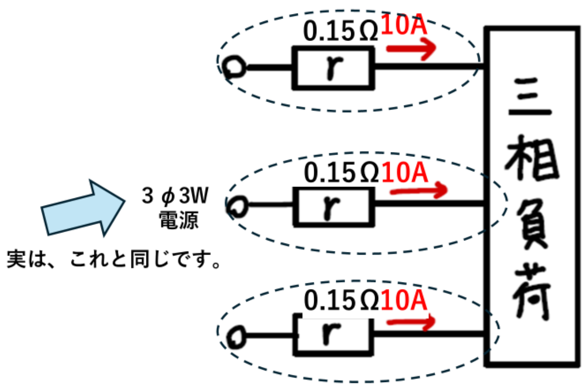
図１の電力損失は 160W、図２の電力損失は 40W なので比較すると値が「小さくなる」が答えとなります。

■電線路の電力損失 R5 年下期（午後）の問 6

図のような三相 3 線式回路で、電線 1 線当たりの抵抗値が 0.15Ω、線電流が 10A のとき、この配線の電力損失［W］は？







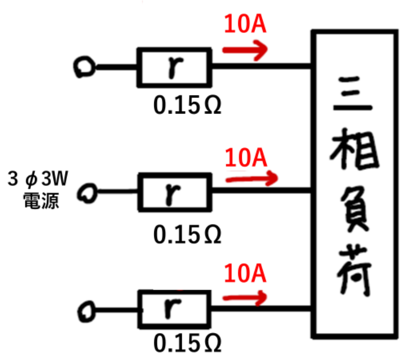
電圧降下(V)＝$\sqrt{3}$× r × I
電力損失(W)＝ 3 × r × I²

上記の式に当てはめて計算します。
電力損失(W)＝3×0.15×(10)²
＝45(W)
でこれが答えになります。

■電線路の電力損失 R4 年上期（午前）の問 6

問題

図のような三相 3 線式回路で、電線 1 線当たりの抵抗が 0.15Ω、線電流が 10A のとき、この電線路の電力損失［W］は？

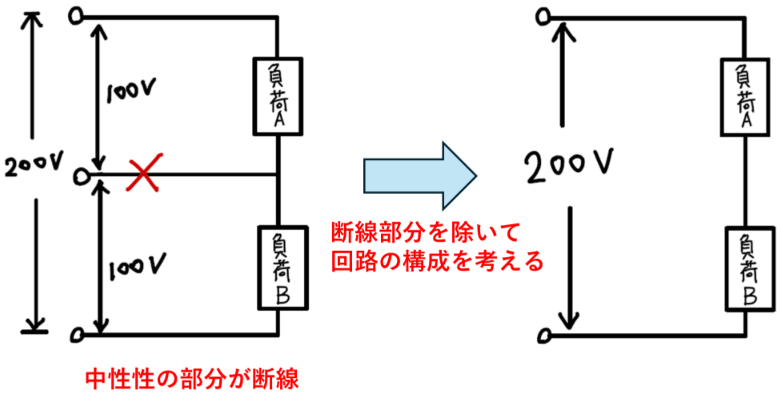


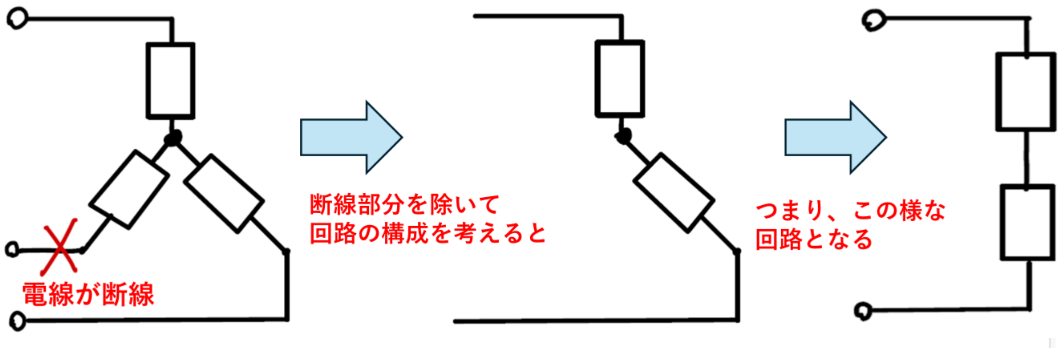
実は「R5 年下期（午後）の問 6」と同じ問題です。電気回路の図の表記が異なっているだけです。
解説については上記を参照して下さい。

⑭【断線】難易度★★（普通）

電気回路が断線した際の電気の流れはどの様になっているかを知っておく必要があります。

断線の問題の場合は回路から断線部分を取り除いて考えるということでOKです（以下の例を参照）。



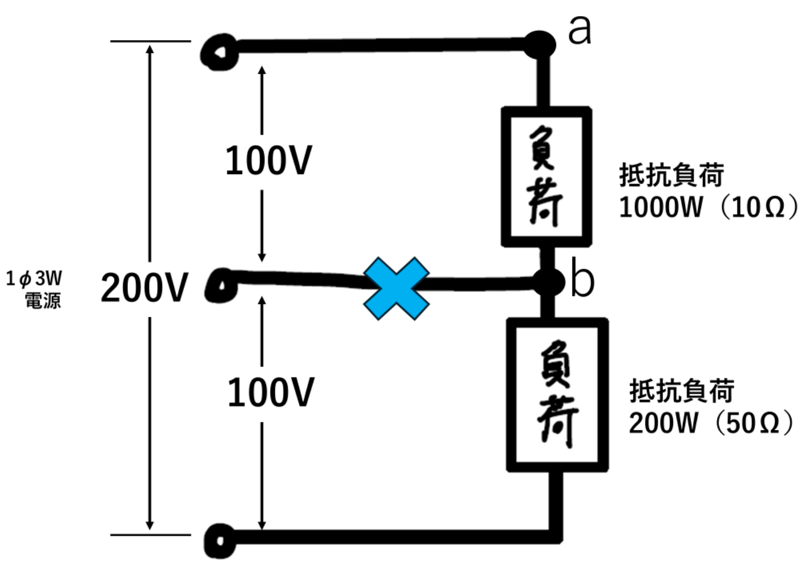


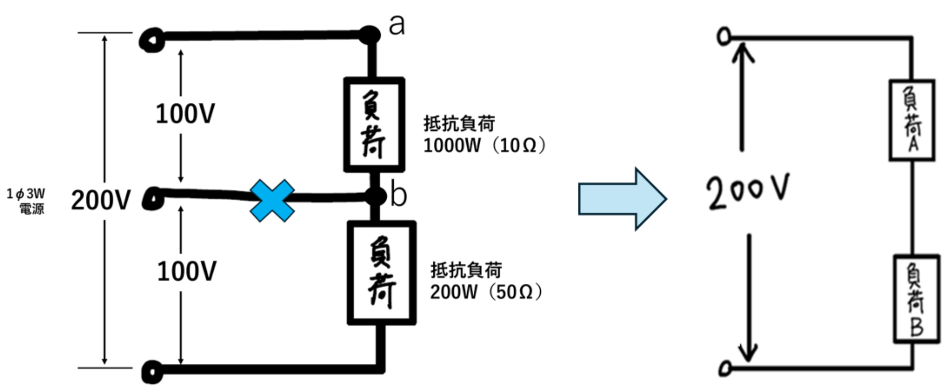
では、過去問をやってみましょう！！

■断線 R4年上期（午前）の問7

問題

図のような単相3線式回路において、消費電力1000W、200Wの2つの負荷はともに抵抗負荷である。図中の×印点で断線した場合、a－b間の電圧［V］は？ただし、断線によって負荷の抵抗値は変化しないものとする。





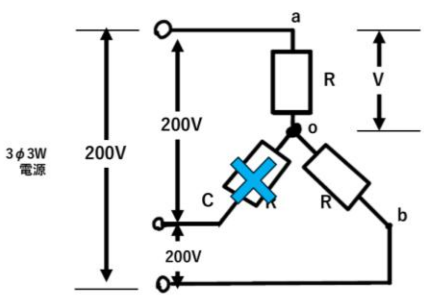
中性線は断線しているので、電気回路としては右のようになる。

回路の合成抵抗は直列なので10Ω＋50Ω＝60Ω
オームの法則にて電気回路の電流を求めます。 $I = \frac{200V}{60\Omega} \fallingdotseq 3.3A$

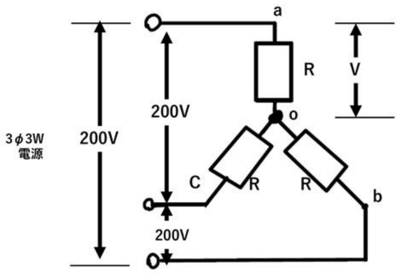
a－b間の抵抗における電圧［V］は3.3A×10Ω＝33V//
でこれが答えになります。

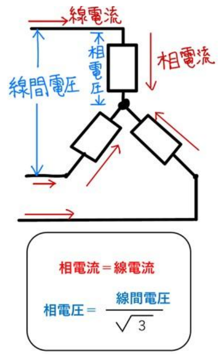
■断線 R3年上期（午前）の問5

図のような三相3線式200Vの回路で、c－o間の抵抗が断線した。断線前と断線後のa－o間の電圧Vの値［V］の組み合わせとして正しいものは？



断線がない場合



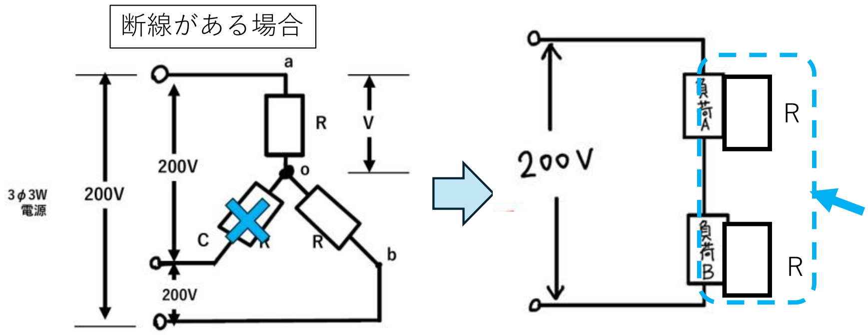


こちらの公式ですね。

$$よってV= \frac{200}{\sqrt{3}} \qquad \sqrt{3}=1.73$$

$$=115.6 \fallingdotseq 116［V］$$

断線がある場合



断線後は直列回路と同じです。
直列回路の電圧は各抵抗で分圧されます。
問題図の二つの抵抗はRと値は同じなので200÷2＝100［V］となります。

よって、断線前116［V］
断線後100［V］//
でこれが答えになります。