（１）電流、電圧、電力および電気抵抗

重要事項（これを理解します）

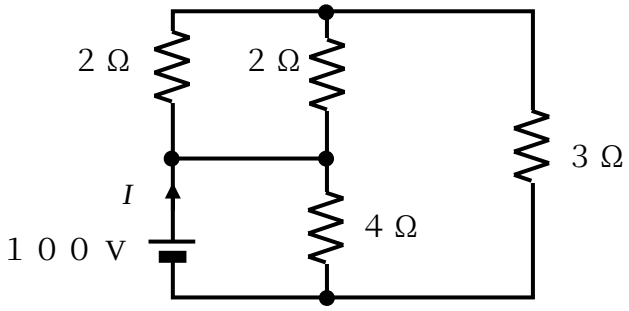
１，オームの法則

２，電力と電力量の計算式

３，並列や直列接続された抵抗の抵抗値計算

【例題（よく出る問題)】：

図のような回路での、電流 I［A］は。ただし、電池の内部抵抗は、無視する。



イ．３０　　ロ．４０　　ハ．５０　　ニ．６０

【解法の準備】

例題を解くために次のことを学びます。

１，電気抵抗とは

物質には、必ず電気抵抗という物があります。　電気抵抗とは、電流を流しにくい度合です。　電気回路では、多くの場合、「電気抵抗」のことを単に「抵抗」と呼びます。　例えば、1［Ω］と２［Ω］を比較したとき、2［Ω］の抵抗の方が、電流を流しにくいのです。

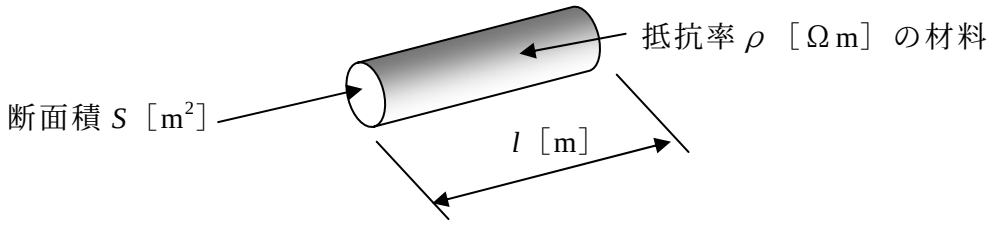
そして、この電気抵抗を積極的に利用する部品を抵抗器と呼びます。　材料は、カーボンであったり、金属であったり、セラミックスなどです。

それぞれの抵抗器は、1［Ω］や 2［Ω］などの値を持ちます。　その値を抵抗値［ていこうち］と呼びます。　抵抗値の単位は、Ω［オーム］です。

では、抵抗値は、どのように求められるかと言いますと、次の式から求められます。

$$R=\frac{\rho l}{S} \quad [\Omega]$$

ここで、R：抵抗値［Ω］、ρ：抵抗率［Ωm］、l：抵抗体の長さ［m］、S：抵抗体の断面積［m^2］です。　図で示すと、次のようになります。

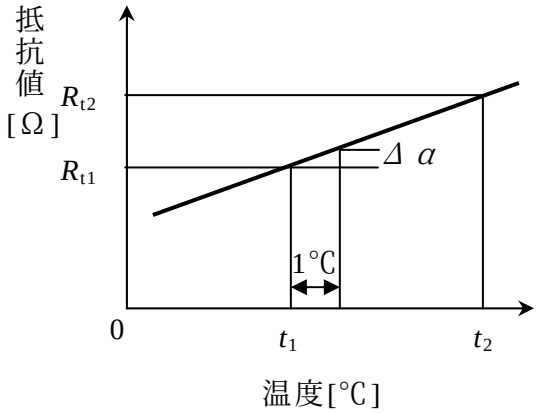


ρ：抵抗率［Ωm］の逆数は、σ：導電率と言い単位は、1／［Ωm］＝［S/m］を使います。

また、抵抗値は、温度とともに変化します。　金属の場合は、温度が高くなると、抵抗値も大きくなります。　式で表すと、次のようになります。

$$R_{t2} = R_{t1}\left\{1+\alpha\left(t_2 - t_1\right)\right\} \qquad [\Omega]$$

ここで、R_{t1}：温度 t_1［℃］の時の抵抗値［Ω］、R_{t2}：温度 t_2［℃］の時の抵抗値［Ω］、α：基準温度 t_1［℃］における抵抗温度係数です。



以下に、おもな金属の抵抗率［Ωm］と 20℃における抵抗温度係数（20℃）を参考に掲げておきます。

金属名	抵抗率［Ωm］	抵抗温度係数（20℃）
銀	1.62×10^{-8}	0.0038
銅	1.69×10^{-8}	0.000393
アルミニウム	2.62×10^{-8}	0.0039
鉄	10.0×10^{-8}	0.0050
ニクロム	110×10^{-8}	0.0002

また、抵抗は、多くの場合、記号 R または、r で表します。　すなわち、R［Ω］や r［Ω］と表現します。

２，電流とは

電流とは､電気回路に流れるエネルギーのようなものをいいます｡(実際には、電流×電圧×時間＝電力量が、エネルギーですが）　例えは、部屋にある照明スイッチをつけると､照明器具が点灯して､部屋の中を明るくします。　また、洗濯機のスイッチを入れると、洗濯機の中にあるローターが回転し、洗濯物を洗います。　この状態が、電流が流れている状態です。

このように、電流が流れると、光ったり、物が動いたりとエネルギーを出します。　しかし、電流の流れは、目で見えません。

さて、このように電流は、金属の中を目に見えない状態で、流れますが、この電流をどれだけ流れているか量を表現する単位に［A］を使います。　A は、アンペアと読みます。

３，電圧とは

電圧とは、電流を流そうとする力（圧力）を言います。　この電圧が無いと電流が流れませんので電圧と電流は、密接な関係にあります。　すなわち、電流を流そうとする電圧が、2 倍になれば、電流も 2 倍になると言うわけです。さらに、3 倍、４倍と大きくなるに従って、大きな電流を流す力となります。皆さんの家の近くにも電力会社の鉄塔が建っていると思います。　その鉄塔に取付けられている送電線などは、気の遠くなる高い電圧が、かかっています。間違っても触ろうなどと思わないでくださいね。　非常に危険で、自殺行為になります。

４．抵抗・電流・電圧の関係とは

さて、いままでに述べた、抵抗・電流・電圧には、次のような重要な関係があります。

オームの法則：$V = R \cdot I$　[V]　または　電圧[V]＝抵抗値[Ω]×電流[A]

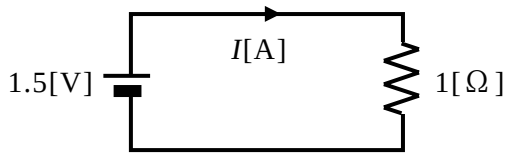
と言う関係です。　このオームの法則というのは、昔の学者で、オーム先生が、発見した法則です。　ちなみに、抵抗値の単位[Ω]は、オーム先生の名前から来ています。　は、本来「オメガ」と読むギリシャ文字ですねが、オーム先生の業績を讃えているのですね。

このオームの法則は、非常に重要な法則なので、必ず憶えてください。

では、このオームの法則を使った問題を、一つ解いてみましょう。

【確認問題１】

1.5[V]の乾電池と 1[Ω]の抵抗のある次の回路に流れる電流 I[A]は。



イ．１．０　ロ．１．５　　ハ．２．０　　ニ．２．５

【確認問題１の解説】

この問題は、簡単に解けますね。

オームの法則から、

$$1.5 = 1 \times I \qquad [\mathrm{V}]$$

よって、

$$I = 1.5 \quad [\mathrm{A}]$$

となります。

一般式で書くと、オームの法則から、

$$V = R \times I \qquad [\mathrm{V}]$$

よって、

$$I = \frac{V}{R} \quad [\mathrm{A}] \qquad \text{（1 式）}$$

となります。

よって、選択肢は、ロです。

【確認問題１の回答】ロ

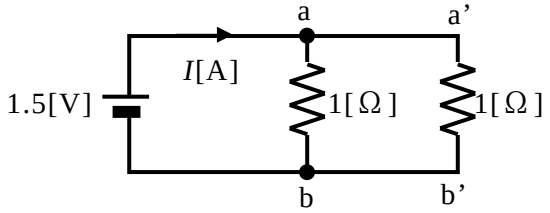
以上で、【確認問題１】の解説は、終りです。

さて、抵抗 1 個の場合について計算できました。　ですが、抵抗は、１個と限りません。　2 個、3 個、・・・さらに、無数の抵抗があるかも知れません。

でも、ご心配なく。　簡単求められます。　【確認問題２】でやってみましょう。

【確認問題２】

１[Ω]の抵抗が 2 個ある次の回路に流れる電流 I[A]は。



イ．３　　ロ．４　　ハ．５　　ニ．６

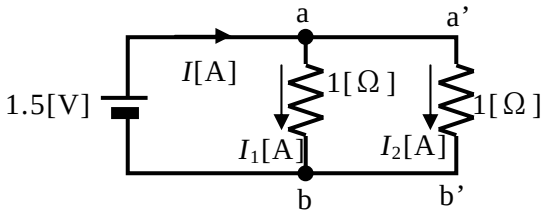
【確認問題２の解説】

図の a と a’および b と b’は、導線でつながっています。　そのため、a と a’および b と b’は、同電位です。　同じ電圧がかかっていることを同電位と言います。　よって、a と a’間に 1.5[V]、b と b’間にも 1.5[V]かかっています。

よって、a と a’間および b と b’間に流れるそれぞれの電流は、前問【確認問題１】と同様に、

電流 I_1[A]は、オームの法則から、

$$1.5 = 1 \times I_1 \quad [\mathrm{V}]$$



よって、

$$I_1 = 1.5 \quad [\mathrm{A}]$$

となります。

同じく、電流 I_2[A]は、オームの法則から、

$$1.5 = 1 \times I_2 \quad [\mathrm{V}]$$

よって、

$$I_2 = 1.5 \quad [\mathrm{A}]$$

となります。

以上から、電流 I[A]は、

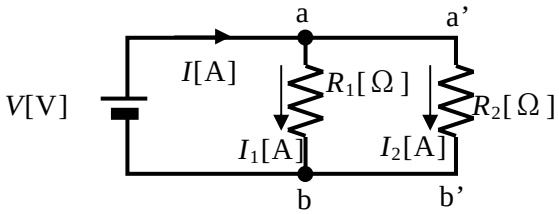
$$I = I_1 + I_2 = 1.5 + 1.5 = 3 \quad [\mathrm{A}]$$

すなわち、電流 I[A]=3[A]となります。

さて、この計算を電圧 1.5[V]や抵抗値 1[Ω]以外でも使えるようにするため、一般式にしておきましょう。

まず、全ての値を記号にします。

さあ、計算してみましょう。



電流 I_1[A]は、オームの法則から、

$$V = R_1 \times I_1 \quad [\mathrm{V}]$$

よって、

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad [\mathrm{A}]$$

となります。

同じく、電流 I_2[A]は、オームの法則から、

$$V = R_2 \times I_2$$

よって、

$$I_2 = \frac{V}{R_2} \quad [\mathrm{A}]$$

となります。

以上から、電流 I[A]は、

$$I = I_1 + I_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \cdot V \quad [\mathrm{A}]$$

すなわち、電流 I[A]は、

$$I = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \cdot V \quad [\mathrm{A}] \qquad \text{（2 式）}$$

となります。

よって、選択肢はイとなります。

【確認問題２の回答】イ

以上で、【確認問題２】の解説は、終りです。

あれ、でもチョット面白いことに気づきませんか？

（1 式）と（2 式）を比較してみてください。

$$I = \frac{V}{R} \qquad [\mathrm{A}] \qquad \text{（1 式）}$$

$$I = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \cdot V \quad [\mathrm{A}] \qquad \text{（2 式）}$$

（２式）で $\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{R}$ とした時、全く同じ式、すなわち $I = \frac{V}{R}$ になりますね。

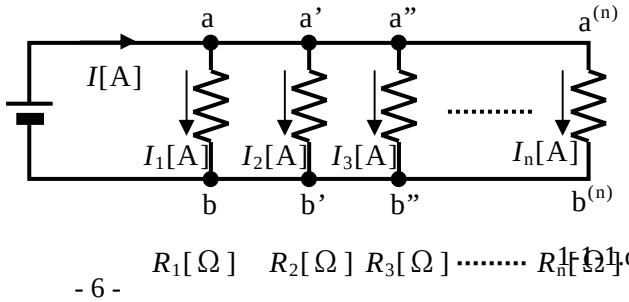
そうなんです。　抵抗 R_1[Ω]と R_2[Ω]が並列になっているときの抵抗 R[Ω]は、

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{R}$$

さらに、ｎ個の抵抗が並列に接続されているときは、

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \cdots\cdots \frac{1}{R_{(n)}}\right) = \frac{1}{R}$$

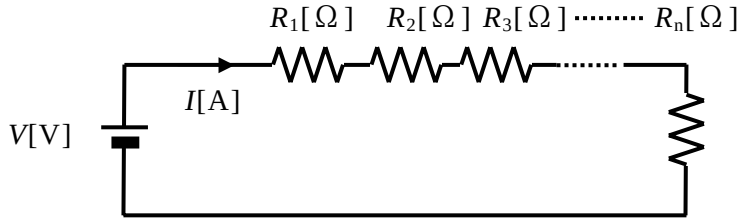
となるんです。



次に、抵抗が直列の時もありますね。

その時は、次のように抵抗値を計算することができます。

$$\left(R_1 + R_2 + \cdots + R_n\right) = R$$



５．電力と電力量とは

さて、この節では、ここまでで「１，電気抵抗とは」「２，電流とは」「３，電圧とは」「４．抵抗・電流・電圧の関係とは」ということで、学んできました。

最後に、それぞれ４つを総合して「５．電力と電力量とは」と題して学んでみたいと思います。

まず、電力というのは、次の式で計算される物です。

電力の計算式：$P = V \cdot I$　[W]　または　電力[W]=電圧[V]×電流[A]

さて、どこの家庭にでも、電気ストーブや電気こたつ、あるいは、エアコンがあると思います。　そして、その強力さを表現するのに、「○○ワットの電気ストーブ」と表現します。　そのワットが、ここで計算される電力です。

ワット数が大きいとすぐに暖まる電気ストーブですね。　すぐに暖まると言うことは、出すエネルギーが大きい電気ストーブだと言うことです。

ですが、奥さんやお母さんなどが、「電気代がもったいないから、すぐに消してね」と言うこともあると思います。

そこで出てくるのが、電力量です。　電力量は、次の計算式で計算します。

電力量の計算式：$W = P \cdot t = V \cdot I \cdot t$　[Wh]

または

電力量[Wh] = 電力[W]×時間[h] = 電圧[V]×電流[A]×時間[h]

この、電力量[Wh]が、エネルギーとして消費されると電気料金として電力会社に支払う基となります。

例えは、600[W]の電気ストーブを２時間使うと

$$W = 600 \times 2 = 1,200 \quad [\mathrm{Wh}]$$

と言うように電力量[Wh]が計算されます。

ここで、電力量[Wh]の計算に、時間[h]を使いましたが、秒[s]を使ってもかまいません。

秒[s]を使うその時の電力量[Ws]は、

電力量[Ws] = 電力[W]×時間[s] = 電圧[V]×電流[A]×時間[s]

と計算されます。

キーワード

電圧、電流、電力、電力量、電気抵抗（抵抗）、オームの法則

【例題（よく出る問題）の解説】

まず、回路を見やすい形に変形します。　変形するコツとしては、

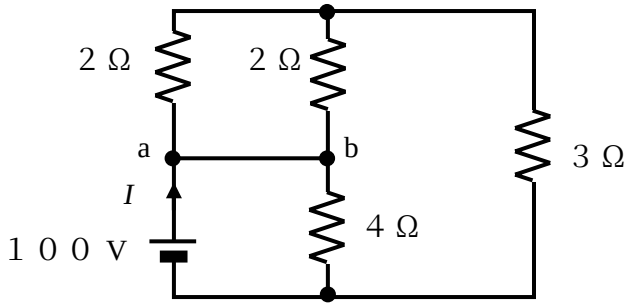
コツ１、電線だけのところは、電源どうしや負荷どうしをくっつけて書く

コツ２、並列の負荷は、近くに書く

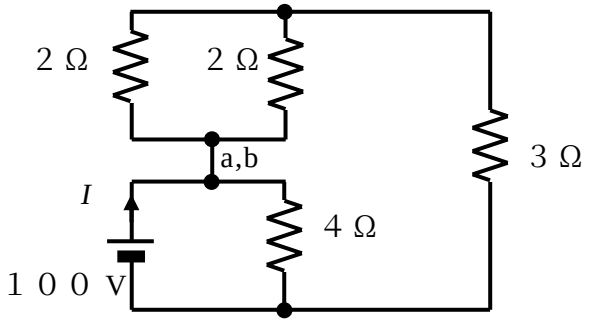
コツ３、電源と負荷は、なるべく離して書く

です。

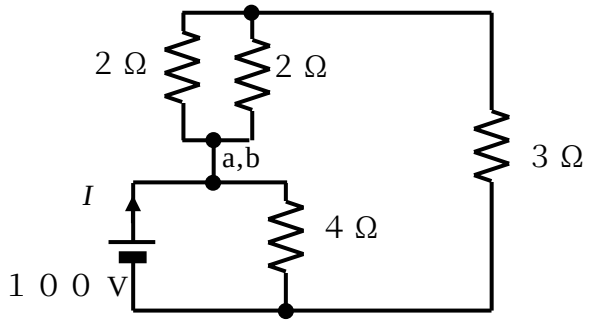
では、回路を見やすく変形してみましょう。



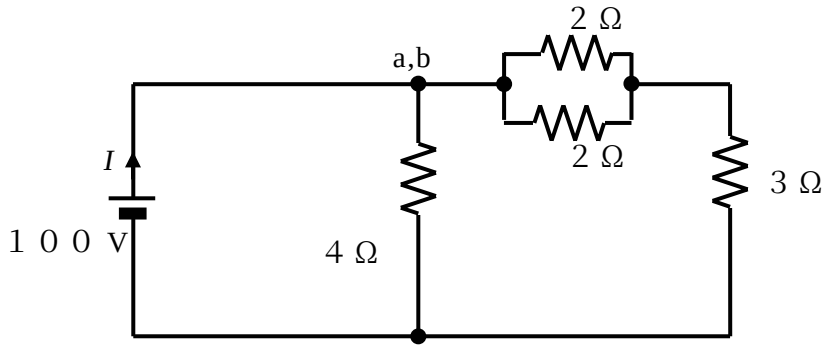
まず、「コツ１、電線だけのところは、電源どうしや負荷どうしをくっつけて書く」を適用して、a 点と b 点をくっつけて書きます。



次に、「コツ２、並列の負荷は、近くに書く」を適用します。



最後に、「コツ３、電源と負荷は、なるべく離して書く」を適用します。



これで、回路が、だいぶ見やすくなりました。

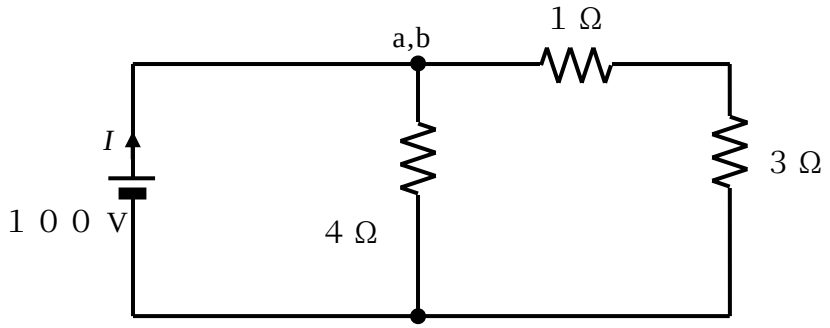
では、回路に流れる電流を求めるために、回路の合成抵抗を求めてみましょう。（電流を求めるには、オームの法則を使うんでしたね。オームの法則には、電圧と抵抗値が必要ですね）

まず、簡単に求められる部分から求めます。（難しいところから求めると、大変ですよ。簡単に求められるところから、計算するのが計算問題の鉄則です）

２Ωの抵抗が並列接続されているところが、簡単に求まるのでそこから計算します。

２Ωの並列抵抗値$=\frac{2\times2}{2+2}=\frac{4}{4}=1$　　[Ω]

よって、２Ωの並列抵抗を１個の抵抗にまとめた回路は、次のようになります。

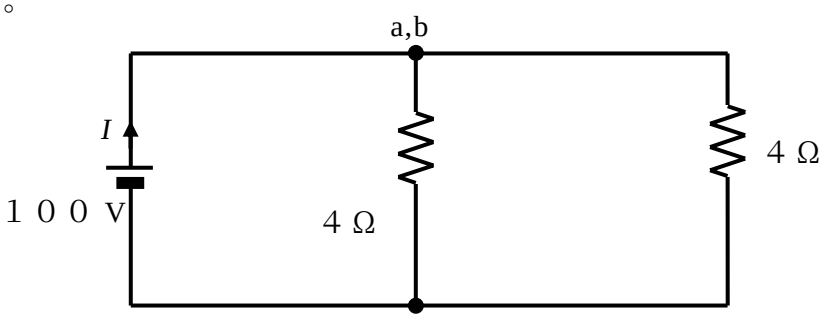


次に簡単に計算できるのは、１Ωと３Ωの直列抵抗値の計算ですね。

やってみましょう。

１Ωと３Ωの直列抵抗値=1+3=4　　[Ω]

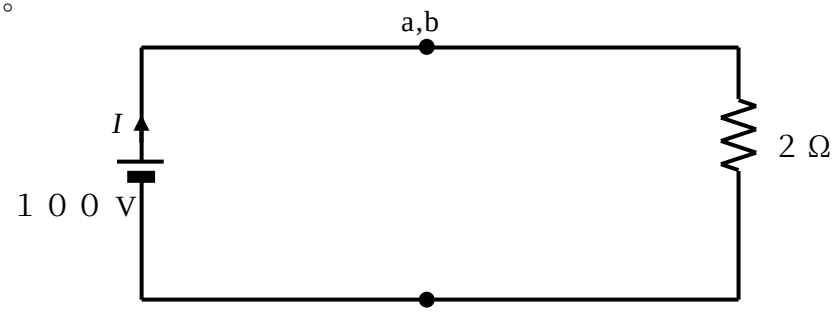
よって、１Ωと３Ωの直列抵抗を１個の抵抗にまとめた回路は、次のようになります。



さて、最後に４Ωの抵抗が並列接続されているところを計算します。

４Ωの並列抵抗値$=\frac{4\times4}{4+4}=\frac{16}{8}=2$　　[Ω]

よって、４Ωと４Ωの直列抵抗を１個の抵抗にまとめた回路は、次のようになります。



さあ、これで、オームの法則から、回路の電流値 I[A]を計算できます。

計算してみましょう。

$$I = \frac{\text{電圧}}{\text{抵抗値}} = \frac{100}{2} = 50 \quad [\mathrm{A}]$$

よって、選択肢は、「ハ．５０」となります。

【例題（よく出る問題）の回答】：ハ

これがポイント

計算式は、

コツ１、電線だけのところは、電源どうしや負荷どうしをくっつけて書く

コツ２、並列の負荷は、近くに書く

コツ３、電源と負荷は、なるべく離して書く

として、計算する

復習

１，オームの法則は、理解できましたか。

２，並列や直列接続となっている抵抗の抵抗値は、計算できますか。

３，電力や電力量は、計算できますか。

アドバイス

オームの法則は、重要な計算式なので、必ず憶えてください。

練習問題

第 1 章 1 節（１）電流、電圧、電力および電気抵抗

【問 1】

直径 1.6[mm]、長さ 100[m]の軟銅線 A と公称断面積 8[mm^2]、長さ 200[m]の軟銅線 B がある。　B の電気抵抗は、A の電気抵抗のおよそ何倍か。ただし、温度、抵抗率は、同一とする。

イ．$\frac{1}{4}$　　ロ．$\frac{1}{2}$　　ハ．2　　ニ．4

ヒント抵抗値は、$R=\frac{\rho l}{S}$［Ω］で計算します。

【回答】：ロ

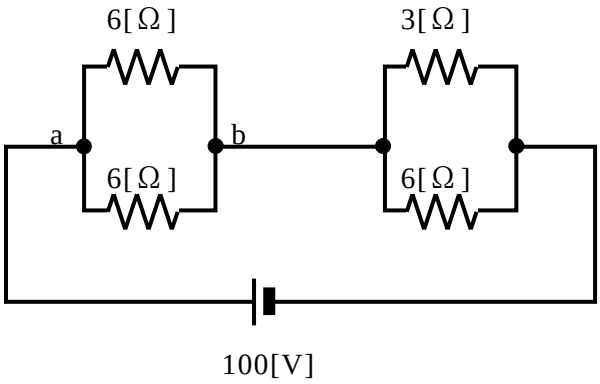
【問 2】100[V]用、1.2[kW]の電熱器を 95[V]で使用したときの消費電力[kW]は。

イ．1.08　　ロ．1.14　　ハ．1.26　　ニ．1.32

ヒント $P=\frac{V^2}{R}$ から求めます。

【回答】：イ

【問 3】図のような回路で、a-b 間の電圧[V]は。

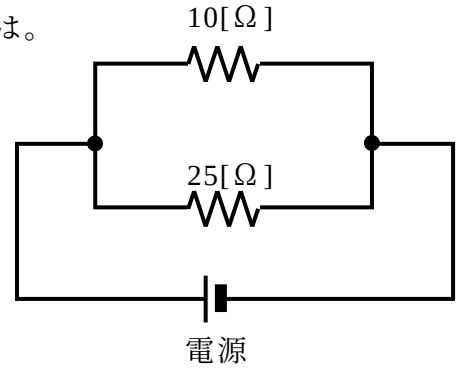


イ．４０　　ロ．５０　　ハ．６０　　ニ．８０

ヒント a-b 間の合成抵抗と流れる電流から、求めます。

【回答】：ハ

【問 4】図の回路で、抵抗 25[Ω]で消費される電力が、100[W]のとき、抵抗 10[Ω]で消費される電力[W]は。

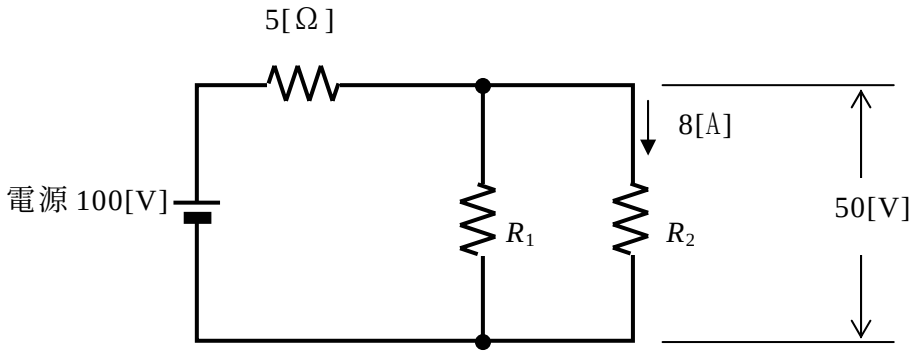


イ．50　　ロ．100　　ハ．250　　ニ．500

ヒント $P=\frac{V^2}{R}$ からもとめます。

【回答】：ハ

【問 5】図のような回路で、抵抗 R_1 の値[Ω]は。



イ．10　　ロ．15　　ハ．20　　ニ．25

ヒントオームの法則を使います。

【回答】：ニ