

10.消費電力・熱量

電力損失や電圧降下でも使用する式、 $P=VI$ が基本の内容です。



電気機器や抵抗に電気が流れると、電気(エネルギー)が消費されます。その消費される単位時間あたりの電気(エネルギー)を電力と呼んでいます。電力とはワットのことです。

抵抗 $R(\Omega)$ 、流れる電流 $I(A)$ とすると、電力 $P(W)$ は、 $P=RI^2$ となります。

これにオームの法則を代入すると、 $P=VI$ や $P=V^2/R$ の式となります。

これらの式は、それだけで問題として出題されますので、覚えておきましょう。

$P=VI$ は電力損失や電圧降下で使う式なので、これだけでも覚えておいてください。

電力量は電力の単位時間あたりの使用量のことを言います。

その関係式は電力 $P(W)$ とすると、電力量 $W(kW\cdot h)$ は $W=Pt$ となります。

単純に、 P を2時間使用すると $P \times 2$ 、24時間使用すると $P \times 24$ 使用電力量と言うことになります。

ただし、単位が $[kW\cdot h]$ ということは、1000Wならば1kWとしなければなりません。

熱量とはジュールのことです(昔はカロリーで表示していました)

熱量というのはあくまで、電気理論という狭義の中での熱量です。難しく考えなくても、たとえ忘れてとしても失うものは、たまたま出題された1問の点数ぐらいなモノです。

$$1[kW\cdot h]=3600[kJ]$$

$P[kW]$ の電熱器を $t[h]$ 使用した場合の発熱量は $Q[kJ]$

$$Q=Pt[kJ]$$

ご家庭で、1500Wの布団乾燥機を1時間使用したときの発熱量は。

$$1500W=1.5kW \quad Q=1.5 \times 3600=5400kJ$$



例題から考えよう！

抵抗 $R[\Omega]$ に電圧 $V[V]$ を加えると、電流 $I[A]$ が流れ、 $P[W]$ の電力が消費される場合、抵抗 $R[\Omega]$ を示す式として、誤っているものは。

イ. $\frac{V}{I}$

ロ. $\frac{P}{I^2}$

ハ. $\frac{V^2}{P}$

ニ. $\frac{PI}{V}$

イは $R = V/I$ ですのでオームの法則として正しいです。

ロは $R = P/I^2$ ということですので、 $P = VI$ という式を P に当てはめてみます。

$R = VI/I^2$ は $R = V/I$ となるので正しいです。

ハは $R = V^2/P$ ということですので、 $P = VI$ という式を P に当てはめてみます。

$R = V^2/VI$ は $R = V/I$ となるので正しいです。

ニは $R = PI/V$ ということですので、 $P = VI$ という式を P に当てはめてみます。

$R = VII/V$ は $R = II$ $R = I^2$ となりますので、正しくありません。

正解は“ニ”となります。



POINT

文字式の計算が出来ないと、公式や関係式の変形や代入を全て暗記しないといけなくなります。しっかりと出来るようになっておきましょう。



例題から考えよう！

電線の接続不良により、接続点の接触抵抗が $0.2[\Omega]$ となった。この電線に $10[\text{A}]$ の電流が流れると、接続点から1時間に発生する熱量 $[\text{kJ}]$ は。ただし、接触抵抗の値は変化しないものとする。

イ.72 ロ.144 ハ.288 ニ.576

電力を求めるため $P=VI$ の式を使いたいが、電圧が提示されていないので算出する。

$$V=IR=0.2 \times 10=2\text{V}$$

これで電力を算出する。

$P=VI=2 \times 10=20\text{W}$ 1時間当たりの熱量を計算するため、 $Q=Pt$ の式を使う。

$$Q=20 \times 3600=72000\text{W}\cdot\text{t} \text{ 単位はkW}\cdot\text{t} \text{なので、} 72\text{kW}\cdot\text{t}$$

答えは“イ”です。



POINT

$1\text{kW}=1000\text{W}$ です。これを計算するのはあとでも先でもかまいません。

とりあえず、 W (ワット)まで計算したあと、分なのか時間なのか間違えずに計算すれば、選択肢の中に同じ数字を持つモノがありますので、それが正解です。

乱暴ですが、未だかつてこの手の問題で、 72000 と 7200 とか 72 と 7200 が選択肢で混在したことはなかったとはずです(過去10年くらいしか調べてないので間違っていたらごめんなさい)



例題から考えよう！

消費電力が 300[W]の電熱器を、2時間使用したときの発熱量[kJ]は。

イ.1,080 ロ.2,160 ハ.2,520 ニ.3,020

$$Q = Pt = 0.3\text{kW} \times (3600\text{kJ} \times 2\text{時間}) = 2160\text{kW}\cdot\text{h}$$

答えはロです。

※1[kW・h]=3600[kJ]を覚えておきましょう。



例題から考えよう！

単相 100[V]の屋内配線回路で、消費電力 100[W]の白熱電球4個と負荷電流5[A]、
力率 80[%]の単相電動機 1 台を 10 日間連続して使用したときの消費電力量[kW・h]の合
計は。

イ. 8 ロ. 192 ハ.216 ニ.246

$$\text{白熱電球4個の電力 } 0.1\text{kW} \times 4 = 0.4\text{kW}$$

$$\text{電動機の電力 } P = IV = 5 \times 100 = 500\text{W} \quad 0.5\text{kW} \times 0.8 = 0.4\text{kW}$$

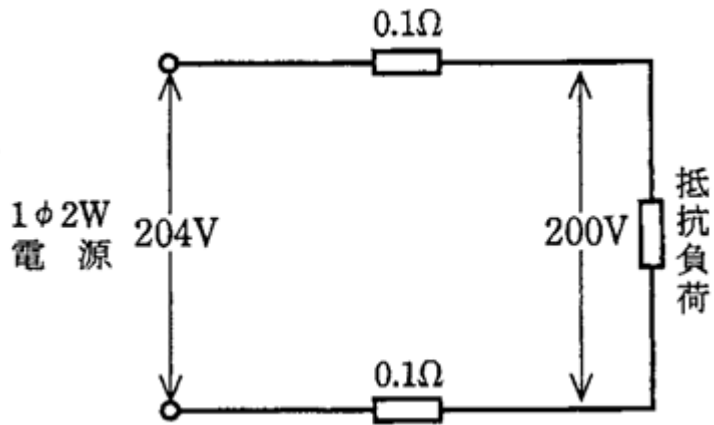
$$\text{上記を10日間 } (0.4 + 0.4) \times 24 \times 10 = 192\text{kW}\cdot\text{h}$$

答えはロです。



例題から考えよう！

図のような単相交流回路で、抵抗負荷の消費電力[kW]は。



- イ. 1 ロ. 3 ハ. 3 ニ. 4

回路に流れる電流は、電圧降下が 204V-200V なので 4V

$$I = V / R = 4 / (0.1 + 0.1) = 20A$$

$$P = IV = 20A \times 200V = 4000W = 4.000kW$$

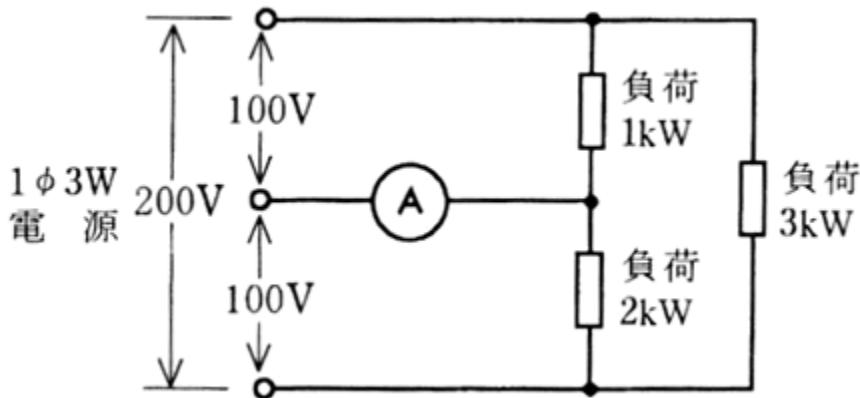
答えはニです。

電線の抵抗負荷に惑わされない様にしましょう。



例題から考えよう！

図のような単相3線式回路で、消費電力 1[kW]、2[kW]、3[kW]の負荷はすべて抵抗負荷である。電流計の指示値[A]は。



- イ. 0 ロ. 10 ハ. 20 ニ. 40

1kW に流れる電流は $P=IV$ より $I=P/V=1000/100=10A$

2kW に流れる電流は $I=P/V=2000/100=20A$

電流の差は $20A-10A=10A$ 答えはロです。

POINT

提示されているのは kW なので、 $P=IV$ の関係式を使用するときには W になおします。ただし、そのまま計算しても 0.001 と 0.002 となり、差は 0.001 です。

選択肢はそこまで意地悪に提示されませんので、選択は出来るかと思います。

中の線は中性線となりますので、抵抗負荷が平衡しているときには電流は流れないので電流も電圧も 0 となります。



例題から考えよう！

定格電圧 V [V]、定格電流 I [A]の三相誘導電動機を定格状態で t 時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[%]を表す式は。

イ. $\frac{\sqrt{3}VI}{Wt} \times 10^5$ ロ. $\frac{W}{3VIt} \times 10^5$ ハ. $\frac{W}{\sqrt{3}VIt} \times 10^5$ ニ. $\frac{3VI}{W} \times 10^5$

暗記していないと分からないと嘆かないでください。

選択肢を減らして正解に近づきます！

$$P=VI \quad W=Pt$$

$W=VIt$ [kW·h]ここまで分かりますね。

この時点で、選択肢に VIt が含まれるモノはないですか？

ロとハが該当します。

あとは分母を3倍するのか $\sqrt{3}$ 倍にするのかの選択を迫られます。

ここで、 $\sqrt{3}$ くらいはうろ覚えでも覚えていてほしいモノです。

(三相ときたら、3か $\sqrt{3}$ を思い出しましょう)

答えはハです。

解法(理解できる方は読んでいただければと思います)

$$\text{三相の電力 } P = \sqrt{3}VI\cos\theta$$

$$W = Pt \text{ へ代入}$$

$$W = \sqrt{3}VI\cos\theta t \quad W \text{ をキロワットにするために } \times 1/1000$$

$$W = \sqrt{3}VI\cos\theta t \times 1/1000 \quad \text{力率は百分率なので } \times 1/100$$

$$\cos\theta = W / (\sqrt{3}VI t \times 1/100000) \quad \cos\theta = W / \sqrt{3}VI t \times 10^5$$

10^5 は何なのかというと、WをkWにする際のゼロ3つ(000)と百分率にするときのゼロ2つ(00)をべき乗という表し方をしたモノです。べき乗はマイナスの指数が $\times 1/10$ 、プラスの指数が $\times 10$ という意味です。このようになります。べき乗”に関してはそれぞれの年代によって学習内容に違いがあるので「やっているはず」とすることは出来ません。ですので軽くご説明を。

$$W = \sqrt{3} VI \times \frac{\cos\theta}{100} \times t \times \frac{1}{1000}$$

100
%にするため
に1/100 1000
WをkWにする
ために1/1000

$$W = \sqrt{3} VI \times \frac{\cos\theta}{100} \times t \times \frac{1}{1000}$$

左辺に移動

$$\frac{W}{\sqrt{3} VI t} = \frac{\cos\theta}{100} \times \frac{1}{1000}$$

左辺に移動

$$\frac{W}{\sqrt{3} VI t} \times 100 \times 1000 = \cos\theta$$

$$\frac{W}{\sqrt{3} VI t} \times 10^2 \times 10^3 = \cos\theta$$

$$\frac{W}{\sqrt{3} VI t} \times 10^5 = \cos\theta$$

左の図を上から見ていって、何をやっているか分かりますでしょうか？

「 $\cos\theta =$ 」の式に変してるのす。式変形関しからない方は、[こちら](#)のページで学んでください。

そして、途中で「べき乗」が出てきています。

単に「乗数」です。 10^2 は10の二乗ですし、 10^3 は10の三乗です。

おわかりいただけましたか？

物理などの学問では、とてつもない大きな数字や小さな数字を扱います。それをそのまま式にしてゆくと、長くなるだけではなく非常に見づらく分かりづらい式となってしまいますので『まとめられるものはまとめよう』というマナーの様なモノがあるのです。そのうちの一つがべき乗で、 10^5 の様な表現をします。また、 $1/1000$ などもべき乗で表すと、 10^{-3} と表すことが出来ます。

数学が苦手な人は、特に覚えようとしなくても大丈夫です。

電気工事士になったとしても、現場では扱いません。

※ 問題のパターンが少ないので、練習問題は載せませんが、 $P=VI$ などは電圧降下や電力損失で使いますので、忘れないでください。

難しい数式も、基礎が分からなければ何にも出来ずに立ち往生します。

電気工事士試験の学習に出てくる式は中学レベルです。

少なくとも義務教育レベルの勉強というのは、何かしらの役に立つものです。もしも、あなたにお子さんがいたら、しっかりとやっておくように言って聞かせるのがよいと思います。基礎学力というのは、色々な選択肢を選ぶためのパスポートです。また、基礎学力をつけるということは考える力を磨く(賢くなる)鍛錬です。