

◆ 解答とポイント解説 ◆

10月3日(日)に令和3年度第一種電気工事士筆記試験(午前)が実施されました。

ここでは問い合わせをいただくことの多い計算問題を中心に解説します。

1. イ. L に蓄えられているエネルギー W_L [J]は次式で求められる。

$$W_L = \frac{1}{2}LI^2 \text{ [J]}$$

これより、 $W_L = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times 10^2 = 0.2 \text{ [J]}$

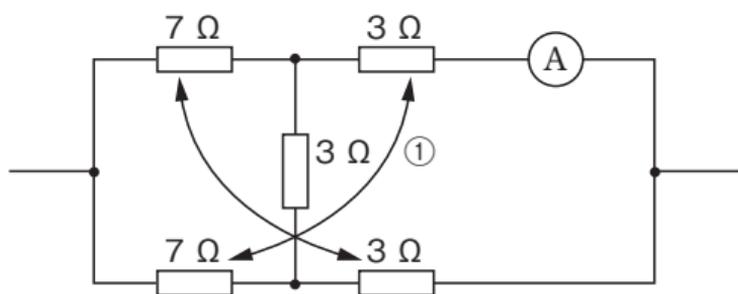
また、 C に蓄えられているエネルギー W_C [J]は次式で求められる。

$$W_C = \frac{1}{2}CV^2 \text{ [J]}$$

このとき、コイルは直流だと周波数0でリアクタンスも0[Ω]となる。

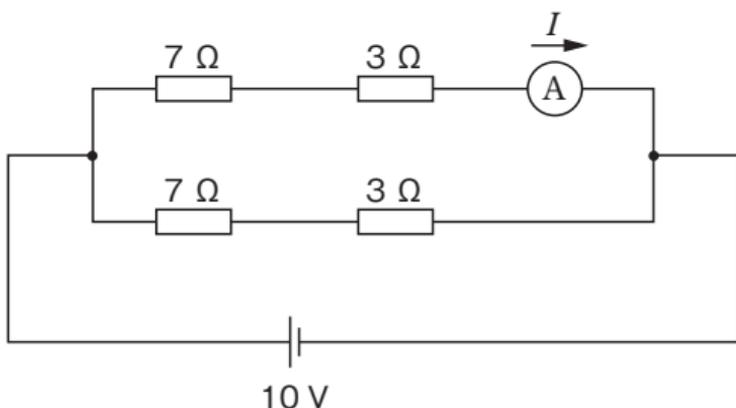
よって、 $W_C = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-3} \times 20^2 = 0.4 \text{ [J]}$

2. ハ.



対辺の抵抗の積が $7 \times 3 = 7 \times 3 = 21 \text{ [Ω]}$ となっているので、ブリッジの平衡条件が成り立っていることから、①の抵抗には電流が流れない。

このため、図の回路は次のようになる。



したがって、電流計①に流れる電流は $I = \frac{V}{R}$ より、

$$I = \frac{10}{7+3} = 1 \text{ [A]}$$

3. ハ. 電熱線の抵抗を R とすると定格電圧100V、定格消費電力1kWより

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ から } R = \frac{V^2}{P} = \frac{100^2}{1000} = 10 [\Omega] \text{ となる。}$$

全長10%のところを断線し、残りの90%の部分を使う。

抵抗は長さに比例するので、 $R' = 10 \times 0.9 = 9 [\Omega]$ となる。

したがって、この電熱線を1時間使用した場合の熱量[J]は $Q = 3600Pt$ より、

$$Q = 3600 \times \frac{100^2}{9} \times 10^{-3} \times 1 = 4000 [\text{kJ}]$$

4. 二. 図は単相交流回路の直列回路である。

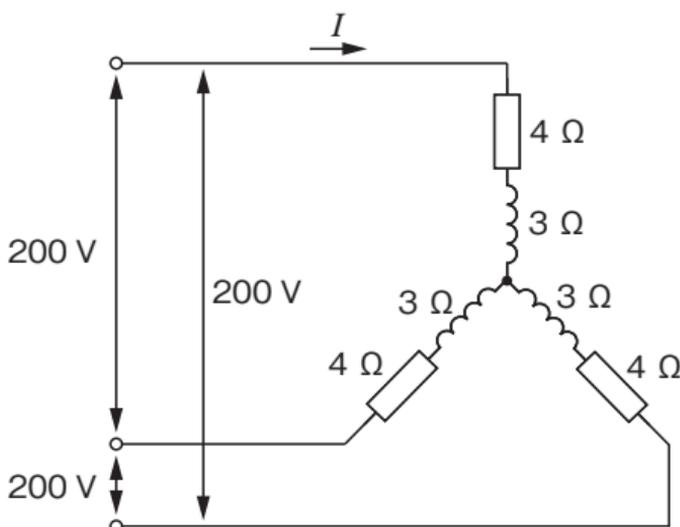
回路のインピーダンス Z は、

$$Z = \sqrt{4^2 + (6-3)^2} = 5 [\Omega]$$

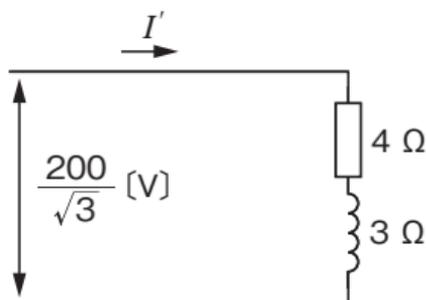
力率は $\cos \theta = \frac{R}{Z}$ で求められるので、

$$\cos \theta = \frac{4}{5} = 0.8 = 80 [\%]$$

5. 口. 回路に Δ 結線で接続されているリアクタンス部分を Υ 結線に等価すると、回路は次のようになる。



電流 I を求めるために1相分を取り出すと次のようになる。



$Z = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$ より電流 I を求めると、

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{\frac{200}{\sqrt{3}}}{5} = \frac{40}{\sqrt{3}} [\text{A}]$$

Υ 結線において、相電流 = 線電流なので、求める電流 I の値は $\frac{40}{\sqrt{3}} [\text{A}]$ となる。

6. 八. 図aはそれぞれの抵抗負荷 R に電流 I が

流れるので、電力は $P \times 2 = I^2 R \times 2 = 2I^2 R$ [W] となり、電線 1 線当たりの供給電力は $\frac{2I^2 R}{3}$ [W] となる。

図 b の電力は $P = I^2 R$ [W] となり、電線 1 線当たりの供給電力は $\frac{I^2 R}{2}$ [W] となる。

したがって、図 a の電線 1 線当たりの供給電力と、図 b の電線 1 線当たりの供給電力を比較すると以下となる。

$$\frac{\frac{2I^2 R}{3}}{\frac{I^2 R}{2}} = \frac{2I^2 R}{3} \times \frac{2}{I^2 R} = \frac{4}{3} \text{ 倍。}$$

7. □. 三相短絡容量 [V・A] は次式で示される。

$$\frac{\sqrt{3} VI}{\%Z} \times 100 \text{ [V・A]}$$

V : 基準線間電圧 [V]

I : 基準電流 [A]

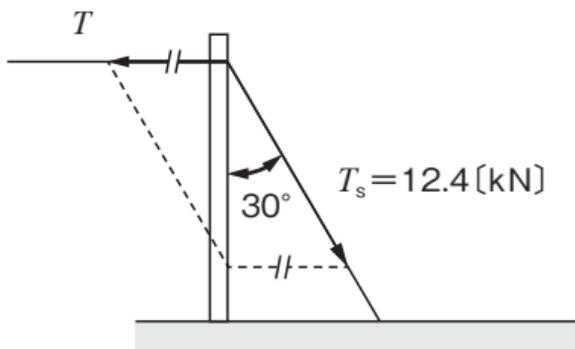
$\%Z$: 百分率インピーダンス [%]

8. □. 支線の許容張力 $T_s = 24.8$ [kN] で、支線の安全率が 2 より、支線に加わる張力は、

$$\frac{24.8}{2} = 12.4 \text{ [kN] 以下としなければならない。}$$

電線の水平張力の最大値 T [kN] は、図より、次のようになる。

$$T = T_s \sin 30^\circ = 12.4 \times \frac{1}{2} = 6.2 \text{ [kN]}$$



9. □. 力率改善に要するコンデンサ容量 Q_c は次式で表される。

$$Q_c = P \tan \theta_1 - P \tan \theta_2 = P(P \tan \theta_1 - P \tan \theta_2)$$

$P = 120$ [kW]、 $\tan \theta_1 = 1.33$ 、 $\tan \theta_2 = 0.75$ を代入すると、

$$Q_c = 120 \times (1.33 - 0.75) = 69.6 \text{ [kvar]} \rightarrow 70 \text{ [kvar]}$$

10. ハ. 三相かご形誘導電動機の実出力 P [kW] は、

$$P = \sqrt{3} VI \cos \theta \eta \text{ [kW]}$$

である。

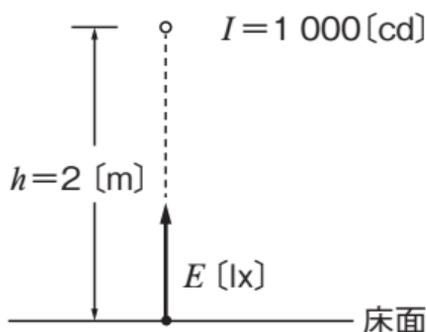
V : 電圧 [V]、 I : 電流 [A]、 $\cos \theta$: 力率 [小数]、 η : 効率 [小数]、 $V: 200$ [V]、 $I: 10$ [A]、 $\cos \theta = 0.8$ 、 $\eta = 0.9$ を代入すると、

$$P = \sqrt{3} \times 200 \times 10 \times 0.8 \times 0.9 \\ \doteq 2494 \text{ [W]} \rightarrow 2.5 \text{ [kW]}$$

11. イ. 図のような、点光源直下の照度 E 〔lx〕は、逆2乗の法則により

$$E = \frac{I}{h^2} \text{〔lx〕}$$

で示される。

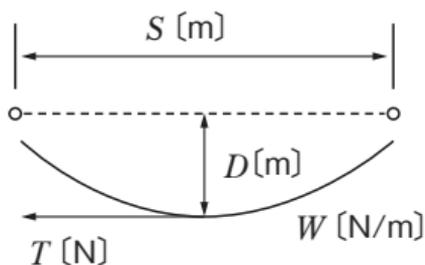


数値を代入すると、

$$E = \frac{1000}{2^2} = 250 \text{ [lx]}$$

15. ニ. サージ防護デバイス (SPD : Surge Protective device) は、雷によるサージ電圧 (一時的な過電圧) を制限し、雷サージから機器を保護します。

18. 口. 架空送電線の強度計算の問題である。



図のような電線のたるみは次式で示される。

$$D = \frac{WS^2}{8T} \text{ [m]}$$

D : 電線のたるみ (弛度) [m]

W : 電線の 1 m 当たりの重量 [N/m]

S : 電線支点間の距離 (径間) [m]

T : 電線の水平張力 [N]

数値を代入すると、

$$D = \frac{20 \times 120^2}{8 \times 12000} = 3 \text{ [m]}$$

20. ニ. 高圧交流遮断器の遮断容量 S [MV·A] は、次式で示される。

$$S = \sqrt{3} V I_s \text{ [MV·A]}$$

V : 定格電圧 [kV]

I_s : 定格遮断電流 [kA]

数値を代入すると、

$$S = \sqrt{3} \times 7.2 \times 12.5 \doteq 156 \text{ [MV·A]} \rightarrow 160 \text{ [MV·A]}$$