

電験三種 毎日類問 回答解 説編

Atomic Q番号対応版

電験三種 毎日類問 回答解説編

この回答解説編は、問題編と Q001, Q002… の通し番号で対応しています。各問題の「使う型」「計算」「答え」を追えるようにしています。

1日目 電力：%Zと短絡電流

Q001 基本問題

使う型

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3}V}$$

$$I_s = I_n \times \frac{100}{\%Z}$$

計算

$$I_n = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3}$$

$$I_n \doteq 43.7 \text{ A}$$

$$I_s = 43.7 \times \frac{100}{5} \doteq 874 \text{ A}$$

答え

- 定格一次電流：約43.7 A
- 短絡電流：約874 A

ポイント

%Zが小さいほど短絡電流は大きくなる。5%なら定格電流の20倍。

Q002 類問1

使う型

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3}V}, \quad I_s = I_n \times \frac{100}{\%Z}$$

計算

$$I_n = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} \doteq 1443 \text{ A}$$

$$I_s = 1443 \times \frac{100}{4} \doteq 36075 \text{ A}$$

答え

- 短絡電流：約36.1 kA

Q003 類問2

使う型

$$I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3}V}$$

計算

$$I_s = \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3}$$

$$I_s \doteq 8748 \text{ A}$$

答え

- 短絡電流：約8.75 kA

Q004 類問3

使う型

並列変圧器の負荷分担は、%Zに反比例する。

$$A:B = \frac{1}{6}:\frac{1}{4}$$

計算

$$A:B = 4:6 = 2:3$$

$$A = 1500 \times \frac{2}{5} = 600 \text{ kVA}$$

$$B = 1500 \times \frac{3}{5} = 900 \text{ kVA}$$

答え

- A : 600 kVA
- B : 900 kVA

ポイント

%Zが小さいBの方が多く負荷を持つ。

2日目 法規B：需要率・負荷率・設備利用率

Q005 基本問題

使う型

$$\text{需要率} = \frac{\text{最大需要電力}}{\text{設備容量}} \times 100$$

$$\text{負荷率} = \frac{\text{平均需要電力}}{\text{最大需要電力}} \times 100$$

$$\text{設備利用率} = \frac{\text{平均需要電力}}{\text{設備容量}} \times 100$$

計算

$$\text{需要率} = \frac{350}{500} \times 100 = 70\%$$

$$\text{平均需要電力} = \frac{5040}{24} = 210 \text{ kW}$$

$$\text{負荷率} = \frac{210}{350} \times 100 = 60\%$$

$$\text{設備利用率} = \frac{210}{500} \times 100 = 42\%$$

答え

- 需要率：70%
- 平均需要電力：210 kW
- 負荷率：60%

- 設備利用率：42%

Q006 類問1

計算

$$\text{需要率} = \frac{600}{800} \times 100 = 75\%$$

$$\text{平均需要電力} = \frac{10800}{24} = 450 \text{ kW}$$

$$\text{負荷率} = \frac{450}{600} \times 100 = 75\%$$

$$\text{設備利用率} = \frac{450}{800} \times 100 = 56.25\%$$

答え

- 需要率：75%
- 平均需要電力：450 kW
- 負荷率：75%
- 設備利用率：56.25%

Q007 類問2

使う型

$$\text{平均需要電力} = \text{最大需要電力} \times \frac{\text{負荷率}}{100}$$

$$\text{使用電力量} = \text{平均需要電力} \times \text{時間}$$

計算

$$\text{平均需要電力} = 400 \times 0.60 = 240 \text{ kW}$$

$$\text{使用電力量} = 240 \times 24 = 5760 \text{ kWh}$$

答え

- 1日の使用電力量：5,760 kWh

Q008 類問3

計算

$$\text{最大需要電力} = 1000 \times 0.70 = 700 \text{ kW}$$

$$\text{平均需要電力} = 700 \times 0.50 = 350 \text{ kW}$$

$$\text{使用電力量} = 350 \times 24 = 8400 \text{ kWh}$$

答え

- 1日の使用電力量：8,400 kWh

3日目 電力：変圧器の損失と効率

Q009 基本問題

使う型

$$\text{出力} = \text{定格容量} \times \text{負荷率} \times \text{力率}$$

$$\text{銅損} = \text{全負荷銅損} \times \text{負荷率}^2$$

$$\text{効率} = \frac{\text{出力}}{\text{出力} + \text{損失}} \times 100$$

計算

$$\text{出力} = 1000 \times 0.75 \times 0.8 = 600 \text{ kW}$$

$$\text{銅損} = 8.0 \times 0.75^2 = 4.5 \text{ kW}$$

$$\text{全損失} = 2.0 + 4.5 = 6.5 \text{ kW}$$

$$\text{効率} = \frac{600}{600 + 6.5} \times 100 \doteq 98.9\%$$

答え

- 出力：600 kW
- 銅損：4.5 kW
- 全損失：6.5 kW
- 効率：約98.9%

Q010 類問1

計算

$$\text{出力} = 500 \times 0.5 \times 1.0 = 250 \text{ kW}$$

$$\text{銅損} = 4.8 \times 0.5^2 = 1.2 \text{ kW}$$

$$\text{全損失} = 1.2 + 1.2 = 2.4 \text{ kW}$$

$$\text{効率} = \frac{250}{250 + 2.4} \times 100 \div 99.0\%$$

答え

- 効率：約99.0%

Q011 類問2

使う型

最大効率条件は、鉄損 = 銅損。

$$\text{鉄損} = \text{全負荷銅損} \times x^2$$

計算

$$3.0 = 12.0x^2$$

$$x^2 = 0.25, \quad x = 0.5$$

$$\text{出力} = 800 \times 0.5 \times 0.9 = 360 \text{ kW}$$

最大効率時は鉄損3.0 kW、銅損3.0 kW。

$$\text{効率} = \frac{360}{360 + 6.0} \times 100 \div 98.4\%$$

答え

- 最大効率となる負荷率：50%
- そのときの効率：約98.4%

Q012 類問3

使う型

$$\text{全日効率} = \frac{\text{1日の出力電力量}}{\text{1日の出力電力量} + \text{1日の損失電力量}} \times 100$$

計算

出力電力量：

$$100 \times 0.8 \times 8 = 640 \text{ kWh}$$

$$150 \times 0.8 \times 6 = 720 \text{ kWh}$$

$$\text{出力電力量} = 640 + 720 = 1360 \text{ kWh}$$

鉄損電力量：

$$0.8 \times 24 = 19.2 \text{ kWh}$$

銅損電力量：

$$2.4 \times \left(\frac{100}{200}\right)^2 \times 8 = 4.8 \text{ kWh}$$

$$2.4 \times \left(\frac{150}{200}\right)^2 \times 6 = 8.1 \text{ kWh}$$

$$\text{損失電力量} = 19.2 + 4.8 + 8.1 = 32.1 \text{ kWh}$$

$$\text{全日効率} = \frac{1360}{1360 + 32.1} \times 100 \doteq 97.7\%$$

答え

- 全日効率：約97.7%

4日目 電力：送電線の電圧降下

Q013 基本問題

使う型

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\theta}$$

遅れ力率では、

$$\Delta V = \sqrt{3}I(R\cos\theta + X\sin\theta)$$

計算

$$I = \frac{400 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3 \times 0.8} \doteq 43.7 \text{ A}$$

力率0.8より、

$$\sin\theta = 0.6$$

$$\Delta V = 1.732 \times 43.7 \times (0.5 \times 0.8 + 0.4 \times 0.6)$$

$$\Delta V \doteq 48.5 \text{ V}$$

$$\text{電圧降下率} = \frac{48.5}{6600} \times 100 \doteq 0.735\%$$

$$\text{送電端電圧} = 6600 + 48.5 = 6648.5 \text{ V}$$

答え

- 線電流：約43.7 A
- 電圧降下：約48.5 V
- 電圧降下率：約0.735 %
- 送電端電圧：約6.65 kV

Q014 類問1

計算

$$I = \frac{600 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3 \times 0.8} \doteq 65.6 \text{ A}$$

$$\cos\theta = 0.8, \quad \sin\theta = 0.6$$

$$\Delta V = 1.732 \times 65.6 \times (0.4 \times 0.8 - 0.6 \times 0.6)$$

$$\Delta V \doteq -4.5 \text{ V}$$

答え

- 電圧降下：約 -4.5 V
- つまり、わずかに電圧上昇する

Q015 類問2

計算

$$R = 0.3 \times 5 = 1.5 \Omega, \quad X = 0.2 \times 5 = 1.0 \Omega$$

$$I = \frac{300 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3 \times 0.9} \doteq 29.2 \text{ A}$$

$$\sin\theta = \sqrt{1 - 0.9^2} \doteq 0.436$$

$$\Delta V = 1.732 \times 29.2 \times (1.5 \times 0.9 + 1.0 \times 0.436)$$

$$\Delta V \doteq 90.3 \text{ V}$$

$$\text{電圧低下率} = \frac{90.3}{6600} \times 100 \doteq 1.37\%$$

答え

- 線電流：約29.2 A
- 電圧低下：約90.3 V
- 電圧低下率：約1.37 %

Q016 類問3

計算

許容電圧低下は、

$$\Delta V_{\max} = 6600 \times 0.05 = 330 \text{ V}$$

力率0.8より、

$$\sin\theta = 0.6$$

$$330 = \sqrt{3}I(0.6 \times 0.8 + 0.8 \times 0.6)$$

$$I = \frac{330}{1.732 \times 0.96} \doteq 198.5 \text{ A}$$

$$P = \sqrt{3}VI\cos\theta = 1.732 \times 6600 \times 198.5 \times 0.8$$

$$P \doteq 1815 \text{ kW}$$

答え

- 最大電力：約1815 kW

5日目 法規B：B種接地工事と接地抵抗値

Q017 基本問題

使う型

通常のB種接地抵抗値は、

$$R \leq \frac{150}{I}$$

計算

$$R \leq \frac{150}{3} = 50 \Omega$$

答え

- 50 Ω以下

Q018 類問1

使う型

1秒を超え2秒以内に遮断する場合、

$$R \leq \frac{300}{I}$$

計算

$$R \leq \frac{300}{7.5} = 40 \Omega$$

答え

- 40 Ω以下

Q019 類問2

使う型

1秒以内に遮断する場合、

$$R \leq \frac{600}{I}$$

計算

$$R \leq \frac{600}{12} = 50 \Omega$$

実測55Ωは、

$$55 > 50$$

なので不適合。

答え

- 上限：50 Ω以下
- 実測55 Ω：不適合

Q020 類問3

使う型

$$R \leq \frac{300}{I}$$

計算

$$25 \leq \frac{300}{I}$$

$$25I \leq 300$$

$$I \leq 12 \text{ A}$$

答え

- 許される1線地絡電流：最大12 A

6日目 法規B：変圧器容量の選定

Q021 基本問題

使う型

各負荷の最大需要電力 = 設備容量 × 需要率

合成最大需要電力 = $\frac{\text{各負荷の最大需要電力の合計}}{\text{不等率}}$

必要変圧器容量 = $\frac{\text{合成最大需要電力}}{\text{力率}}$

計算

$$\text{照明} = 80 \times 0.70 = 56 \text{ kW}$$

$$\text{動力} = 120 \times 0.60 = 72 \text{ kW}$$

$$\text{その他} = 50 \times 0.80 = 40 \text{ kW}$$

$$\text{合計} = 56 + 72 + 40 = 168 \text{ kW}$$

$$\text{合成最大需要電力} = \frac{168}{1.25} = 134.4 \text{ kW}$$

$$\text{必要変圧器容量} = \frac{134.4}{0.85} \div 158.1 \text{ kVA}$$

答え

- 照明：56 kW
- 動力：72 kW
- その他：40 kW
- 合成最大需要電力：134.4 kW
- 必要容量：約158.1 kVA
- 選定容量：200 kVA

Q022 類問1

計算

$$\text{最大需要電力} = 300 \times 0.60 = 180 \text{ kW}$$

$$\text{必要変圧器容量} = \frac{180}{0.8} = 225 \text{ kVA}$$

答え

- 必要な変圧器容量：225 kVA

Q023 類問2

計算

300 kVAで力率0.8のとき、供給できる合成最大需要電力は、

$$300 \times 0.8 = 240 \text{ kW}$$

不等率1.2より、各負荷の最大需要電力合計は、

$$240 \times 1.2 = 288 \text{ kW}$$

需要率60%より、

$$\text{設備容量} = \frac{288}{0.60} = 480 \text{ kW}$$

答え

- 設備容量の上限：480 kW

Q024 類問3

計算

$$\text{合成最大需要電力} = \frac{250}{1.25} = 200 \text{ kW}$$

$$\text{必要皮相電力} = \frac{200}{0.9} \doteq 222.2 \text{ kVA}$$

定格の80%以下で使うので、

$$\text{変圧器容量} \geq \frac{222.2}{0.8} \doteq 277.8 \text{ kVA}$$

答え

- 必要容量：約277.8 kVA以上
- 選定容量：300 kVA

7日目 法規B：低圧電路の絶縁抵抗と漏えい電流

Q025 基本問題

使う型

300V以下・対地電圧150V以下なので、必要な絶縁抵抗値は0.1MΩ以上。

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

計算

測定値0.15MΩは0.1MΩ以上なので適合。

$$0.15 \text{ M}\Omega = 150000 \text{ }\Omega$$

$$I = \frac{100}{150000} \doteq 0.000667 \text{ A}$$

$$I \doteq 0.667 \text{ mA}$$

答え

- 必要値：0.1MΩ以上

- 判定：適合
- 漏えい電流の目安：約0.667 mA

Q026 類問1

判定

300V以下・対地電圧150V超過なので、必要な絶縁抵抗値は0.2MΩ以上。

$$0.18 < 0.2$$

よって不適合。

$$\text{不足分} = 0.2 - 0.18 = 0.02 \text{ M}\Omega$$

答え

- 必要値：0.2MΩ以上
- 判定：不適合
- 不足分：0.02MΩ

Q027 類問2

判定

300V超過なので、必要な絶縁抵抗値は0.4MΩ以上。測定値0.50MΩは適合。

計算

$$0.50 \text{ M}\Omega = 500000 \text{ }\Omega$$

$$I = \frac{400}{500000} = 0.0008 \text{ A} = 0.8 \text{ mA}$$

答え

- 必要値：0.4MΩ以上
- 判定：適合
- 漏えい電流の目安：0.8 mA

Q028 類問3

判定

漏えい電流が1mA以下なので適合。

計算

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

$$I = 0.8 \text{ mA} = 0.0008 \text{ A}$$

$$R = \frac{200}{0.0008} = 250000 \text{ } \Omega = 0.25 \text{ M}\Omega$$

答え

- 判定：適合
- 等価的な絶縁抵抗：約0.25MΩ

8日目 電力：送電線・配電線の電力損失

Q029 基本問題

使う型

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\theta}$$

$$P_{\ell} = 3I^2 R$$

計算

$$I = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3 \times 0.8} \doteq 54.7 \text{ A}$$

$$P_{\ell} = 3 \times 54.7^2 \times 0.6 \doteq 5380 \text{ W} = 5.38 \text{ kW}$$

$$\text{損失率} = \frac{5.38}{500} \times 100 \doteq 1.08\%$$

答え

- 線電流：約54.7 A
- 線路損失：約5.38 kW
- 損失率：約1.08 %

Q030 類問1

計算

$$I = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3 \times 1.0} \doteq 43.7 \text{ A}$$

$$P_\ell = 3 \times 43.7^2 \times 0.6 \doteq 3440 \text{ W} = 3.44 \text{ kW}$$

基本問題の損失は5.38kWなので、

$$\text{減少率} = \frac{5.38 - 3.44}{5.38} \times 100 \doteq 36.0\%$$

答え

- 線電流：約43.7 A
- 線路損失：約3.44 kW
- 損失減少率：約36.0 %

Q031 類問2

計算

$$P_\ell = 3 \times 60^2 \times 0.4 = 4320 \text{ W} = 4.32 \text{ kW}$$

$$\text{時間} = 8 \times 30 = 240 \text{ h}$$

$$\text{損失電力量} = 4.32 \times 240 = 1036.8 \text{ kWh}$$

$$\text{料金} = 1036.8 \times 20 = 20736 \text{ 円}$$

答え

- 損失電力量：1036.8 kWh
- 料金：約20,736円

Q032 類問3

使う型

$$P_\ell = 3I^2 R, \quad I = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\theta}$$

これより、

$$P_{\ell} = \frac{P^2 R}{V^2 \cos^2 \theta}$$

最大条件では、

$$P_{\ell} = 0.02P$$

計算

$$\frac{P^2 R}{V^2 \cos^2 \theta} = 0.02P$$

$$P = \frac{0.02V^2 \cos^2 \theta}{R}$$

$$P = \frac{0.02 \times 6600^2 \times 0.85^2}{0.5}$$

$$P \doteq 1,258,884 \text{ W} \doteq 1259 \text{ kW}$$

答え

- 最大負荷電力：約1259 kW

9日目 電力：水力発電の出力と効率

Q033 基本問題

使う型

$$P = 9.8QH\eta$$

$$\eta = \text{水車効率} \times \text{発電機効率}$$

計算

$$\eta = 0.90 \times 0.95 = 0.855$$

$$P = 9.8 \times 20 \times 50 \times 0.855$$

$$P = 8379 \text{ kW}$$

答え

- 総合効率：85.5%
- 発電出力：約8,379 kW

Q034 類問1

計算

$$P = 9.8 \times 12 \times 80 \times 0.85$$

$$P = 7996.8 \text{ kW}$$

答え

- 発電出力：約7,997 kW

Q035 類問2

使う型

$$Q = \frac{P}{9.8H\eta}$$

計算

$$Q = \frac{4900}{9.8 \times 100 \times 0.80}$$

$$Q = 6.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

答え

- 必要な流量：6.25 m³/s

Q036 類問3

計算

$$\eta = 0.88 \times 0.96 = 0.8448$$

$$P = 10000 \times 0.8448 = 8448 \text{ kW}$$

$$\text{損失} = 10000 - 8448 = 1552 \text{ kW}$$

答え

- 総合効率：84.48 %
- 発電出力：8,448 kW
- 損失分：1,552 kW