

保安管理マスター制度
露天採掘技術保安管理士 技術試験用過去問集

電 気

この問題集は第 51 回～55 回(平成 11～15 年)鉱山保安技術職員国家試験「電気」(普通、上級)、鉱山保安テキスト「電気(改訂第 2 版)」の演習および例題をテキストの項目別に編集したものです。参照ページ数は平成 26 年度版鉱山保安テキスト(学習用統合資料)に準拠しています。

記述式問題(旧上級)は勉強のための参考であり、出題予定はありません。

各章の問題数

項目	選択問題	記述問題	計
第1章 電気通論	21	10	31
第2章 電気機器	20	10	30
第3章 開閉器, 制御装置及び保護装置	13	9	22
第4章 電気応用—照明、電熱および電池	6	1	7
第5章 設備の保守と保安	7	9	16
合計	67	39	106

第 1 章 電気通論

第 1 節 電気と磁気

問 1

ジュール熱に関する次の記述のうち、正しいものを選べ。

- (1) 抵抗に電流を通じると発生する熱をいう。
- (2) 交番磁界中にある誘電体に発生する熱をいう。
- (3) 赤外線電球で材料の表面を加熱乾燥するとき利用する熱をいう。
- (4) ジュールの法則によると、1kWh の電力量がすべて熱に変わると 1kcal の熱量となる。

(第 51 回普・電)

問 2

直径 1.5mm の銅線の抵抗値が 0.36Ω の場合、同一材質、同一長さで直径 3.0mm の銅線の抵抗値はいくらか、下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 0.06Ω (2) 0.09Ω (3) 0.12Ω (4) 0.18Ω

(第 52 回普・電)

問 3

金属抵抗体の両端に 120V の直流電圧を加えて電流を測定したら 20A であった。この場合、次の間に答えよ。

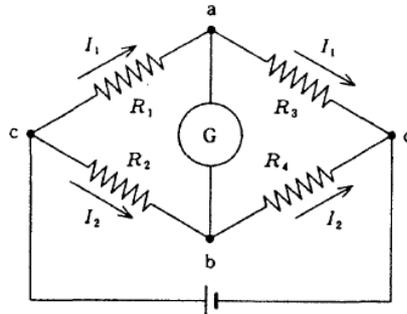
- (1) これと同じ金属抵抗体を 3 本並列にすると合成抵抗値はいくらか。
- (2) この合成抵抗に 100V の電圧を 30 分通電した場合の消費電力量はいくらか。

(第 53 回上・電)

問4

第1・1図の回路で、Gに流れる電流が0となる R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 の関係式を次のうちより選べ。

- (1) $R_1 \cdot R_2 = R_3 \cdot R_4$ (2) $R_1 + R_3 = R_2 + R_4$
 (3) $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$ (4) $R_1 + R_2 = R_3 + R_4$



第1・1図

(第53回普・電)

問5

法則に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) フレミングの右手の法則は電動機の原理である。
 (2) ジュールの法則で電熱器の発生熱量を計算する。
 (3) クーロンの法則で静電気が帯電した2つの物体相互間に働く力を求める。
 (4) オームの法則は電流、電圧、抵抗の関係式である。

(第53回普・電)

問6

金属抵抗体の両端に100Vの直流電圧を加えたとき、電流を測定したら20Aであった。この金属抵抗棒の抵抗値はいくらか(1)～(4)のうちから正しいものを選べ。

- (1) 2.5Ω (2) 5Ω (3) 10Ω (4) 20Ω

(第30回普・電)

問7

直径2.0mmの銅線の抵抗値が 2.4Ω の場合、同一材質、同一長さで直径4.0mmのもの抵抗値はいくらか、次の内から選べ。

- (1) 0.4Ω (2) 0.6Ω (3) 0.8Ω (4) 1.2Ω

(第29回普・電)

問8

100V回路に、使用時の抵抗値 4Ω の電熱器を接続し、2時間使用したときの消費エネルギーは何kCalか、次のうちから選べ。

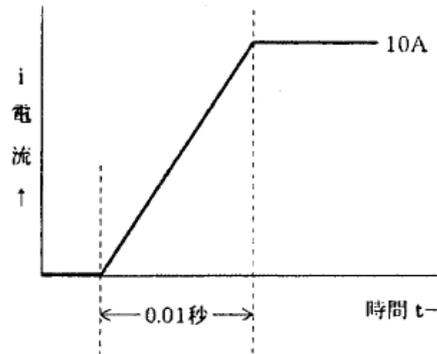
- (1) 860kcal (2) 4300kcal (3) 5000kcal (4) 8600kcal

(第34回普・電)

第2節 電磁誘導

問9

自己インダクタンス 20mH のコイルがある。このコイルに図のような電流を流したときに生ずる電圧を求めよ。



図

(第54回上・電)

問10

10 [mH] のインダクタンスがある。これに図 1.6 のような電流を流したとき生ずる電圧を求め、この変化を図示せよ。また、最後にインダクタンスに蓄えられたエネルギーを算出せよ。ただし、A から B までの電流は直線的に増加するものとする。

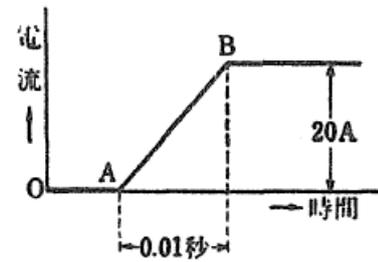


図 1.6

第3節 直流回路

問 11

1Ω の抵抗 2 個と 2Ω の抵抗 2 個を全て直列に接続した場合の合成抵抗は、これらを全て並列に接続した場合の合成抵抗の何倍となるか、次の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 2 倍 (2) 3 倍 (3) 6 倍 (4) 18 倍

(第 54 回普・電)

問 12

電池 E 、抵抗 R 、コンデンサ C 、スイッチ S からなる図 2 の回路で、 S を投入したとき流れる電流と時間の関係を図 3 の曲線から選べ。

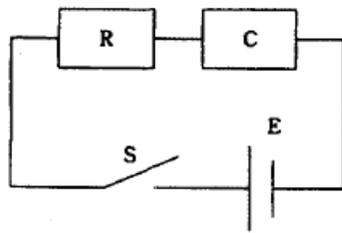


図 2

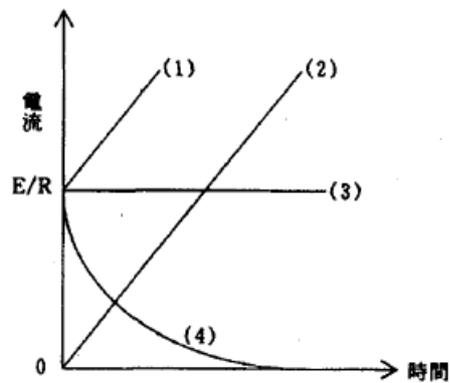


図 3

(第 55 回普・電)

問 13

4Ω と 6Ω の抵抗を、直列に接続した場合の合成抵抗は、並列にした場合の合成抵抗の何倍か、次のうちから最も近い数値を選べ。

- (1) 2 (2) 4 (3) 6 (4) 8

問 14

30Ω の抵抗がある。これを 3 本並列に接続すると合成抵抗は何 Ω となるか、次の数字のうちから正しいものを選べ。

- (1) 90Ω (2) 30Ω (3) 15Ω (4) 10Ω

(第 27 回普・電)

問 15

絶縁電線 100m の絶縁抵抗は $176\text{M}\Omega$ であった。この電線 1000m の絶縁抵抗は何 $\text{M}\Omega$ 位であるか。次のうちから選べ。ただし、絶縁電線の漏洩電流は長さの方向に平等に分布するものとする。

- (1) $5.2\text{M}\Omega$ (2) $17.6\text{M}\Omega$ (3) $528\text{M}\Omega$ (4) $1760\text{M}\Omega$

問 16

図 1.12 (a) の回路でスイッチ (S) を投入した場合、 $I-T$ (電流-時間) 曲線はどのようなになるか、同図 (b) の (1) ~ (4) のうちから選べ。

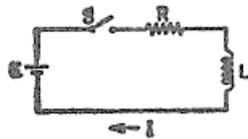


図 1.12 (a)

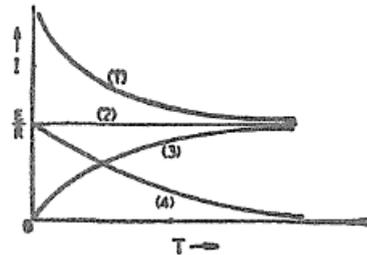


図 1.12 (b)

第4節 交流回路

問 17

実効値 100A の正弦波交流電流の最大値を次のうちから選べ。

- (1) 110A (2) 141A (3) 172A (4) 220A

(第 55 回普・電)

問 18

抵抗 8Ω と誘導リアクタンス 6Ω の直列に接続した回路に、実効値 200V の交流電圧を加えたとき流れる電流 (実効値) と力率を求めよ。

(第 55 回上・電)

問 19

抵抗 6Ω と誘導リアクタンス 8Ω が直列に接続された回路がある。これに実効値 200V の交流電圧を加えたとき、次の間に答えよ。

- (1) 力率はいくらか
 (2) 流れる電流 (実効値) はいくらか。

(第 51 回上・電)

問 20

抵抗 120Ω とリアクタンスを直列に接続した回路に、 200V (実効値)の交流電圧を加えたところ、 1A (実効値)の電流が流れた。リアクタンスの値はいくらか、次の (1) ~ (4) の中から選べ。

- (1) 120Ω (2) 160Ω (3) 200Ω (4) 240Ω

(第 51 回普・電)

問 21

抵抗 9Ω とリアクタンス 12Ω を直列に接続した回路に、実効電圧 150V の交流を加えたとき流れる電流 (実効値) と力率を求めよ。

(第 52 回上・電)

問 22

抵抗 12Ω 、リアクタンス 16Ω のコイルに交流を加えた場合の力率はいくらか、下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 0.6 (2) 0.75 (3) 0.8 (4) 0.85

(第 52 回普・電)

問 23

抵抗 21Ω とリアクタンス 28Ω が直列に接続された回路に、交流電圧を加えた場合の力率はいくらか、次の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 0.60 (2) 0.75 (3) 0.80 (4) 0.85

(第 54 回普・電)

問 24

交流単相 2 線式、線間電圧 100V (実効値) の回路に、 2Ω の純抵抗負荷を接続した。線路電流の実効値は何 A となるか、次のうちから選べ。ただし、抵抗の温度係数は無視するものとする。

- (1) 70A (2) 50A (3) 35A (4) 25A

(第 28 回普・電)

問 25

次の文中□の中に入れる適当な言葉又は数値を、下記の(1)～(4)の組合せのうちから選べ。

交流の電圧、電流は一般に□(イ)で表される。これは、瞬時値の□(ロ)の平均値の平方根である。この値は正弦波交流においては、最大値の□(ハ)である。

	(イ)	(ロ)	(ハ)
(1)	平均値	1.5 乗	$2/\pi$
(2)	実効値	1 乗	1/2
(3)	平均値	$\sqrt{3}$ 乗	3/2
(4)	実効値	2 乗	$\frac{1}{\sqrt{2}}$

(第 29 回普・電)

問 26

抵抗 8Ω 、誘導リアクタンス 6Ω の直列回路に交流電圧を加えたときの力率（パワーファクター）を求めよ。ただし、抵抗 R 、リアクタンス X の直列回路のインピーダンス Z は、 $Z = R + jX$ で与えられ、その絶対値は $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$ で与えられる。また、力率を $\cos\phi$ とすると、 $R = |Z| \cos\phi$ の関係がある。

(第 30 回上・電)

問 27

抵抗 60Ω とリアクタンス 80Ω が、直列に接続された回路がある。これに 200V （実効値）の交流電圧を加えたとき、流れる電流（実効値）はいくらか、次のうちから選べ。

- (1) 1A (2) 2A (3) 3A (4) 4A

(第 32 回普・電)

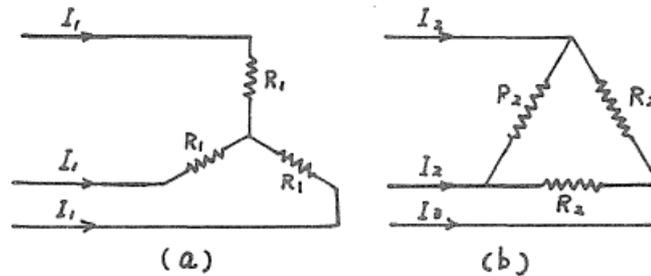
第5節 三相交流

問 28

三相平衡負荷があつて、線間電圧 3000 [V] 、線電流 20 [A] 、その力率 0.8 （遅れ）である。これの等価 Y 回路の各相の抵抗 R 及びリアクタンス X はそれぞれ何 $[\Omega]$ か。

問 29

抵抗 R_1 及び抵抗 R_2 をそれぞれ (a) 図及び (b) 図のように接続し、これに同じ平衡三相電圧を加えるとき、電線に流れる電流 I_1 と I_2 とを相等しくするに要する R_1 と R_2 との比を求めよ。



問 30

相等しい 3 個の抵抗を星形接続した回路に 100 [V] の平衡三相電圧を加えた場合の、線電流は 10 [A] であった。いま抵抗の接続を三角形に変更したとすれば、線電流は次のうちどれになるか。

- (1) 10 [A] (2) 20 [A] (3) 30 [A] (4) 50 [A]

問 31

抵抗 R を星形に接続した回路に線間電圧 V の三相交流を加えた場合、抵抗で消費される電力を表す式を次のうちから選べ。

- (1) $\frac{3V^2}{4R}$ (2) $\frac{V^2}{\sqrt{3}R}$ (3) $\frac{V^2}{R}$ (4) $\frac{3V^2}{R}$

第1章 解答

問1

(1)

〔解説〕

- (2) 誘電体の発熱は誘電体損によるもので誘電加熱という。
 (3) フィラメント加熱の温度放射により発生する熱である。
 (4) 1kWh は約 860kcal である。

参考：テキスト p.282

問2

(2)

〔解説〕 銅線の抵抗値の式は、比抵抗を ρ 、長さを L 、断面積を S とすると、

$R = \rho \times L / S$ で表される。ここでは、同一素材であるから ρ は同一であり、同一長さであるから L も同じである。従って、直径が 2 倍となると、断面積 S は 4 倍となり、抵抗値 R は、 S に反比例するので $1/4$ となる。

参考：テキスト p.281

問3

(1) 金属抵抗体の抵抗 r はオームの法則により

$$r = 120\text{V} \div 20\text{A} = 6\Omega$$

並列であるので合成抵抗を R とすれば

$$1/R = 1/6 + 1/6 + 1/6 = 3/6 = 1/2$$

したがって、合成抵抗 $R = 2\Omega$ となる

(2) 合成抵抗に流れる電流 I は

$$I = 100\text{V} \div 2\Omega = 50\text{A}$$

消費電力量 P は

$$P = 100\text{V} \times 50\text{A} \times 0.5\text{h} = 2,500\text{Wh} = 2.5\text{kWh} \text{ となる}$$

参考：テキスト p.285

問4

(3)

〔解説〕ブリッジ回路の平衡条件である。

$$\text{第1・1図の回路では } I_1(R_1+R_3) = I_2(R_2+R_4)$$

$$I_2 = (R_1+R_3)/(R_2+R_4) \cdot I_1 \quad \dots (1)$$

Gを流れる電流が0であればa, bの電圧は等しいので

$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$$

$$(1)より I_1 \cdot R_1 = (R_1+R_3)/(R_2+R_4) \cdot I_1 \cdot R_2$$

$$R_1 \cdot (R_2+R_4) = R_2 \cdot (R_1+R_3)$$

$$R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_1 + R_2 \cdot R_3$$

$$\text{ゆえに } R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$$

問5

(1)

〔解説〕フレミングの右手の法則は発電機の原理である。

参考：テキスト p.284

問6

(2)

〔解説〕オームの法則により

$$[\text{抵抗}] = \frac{[\text{電圧}]}{[\text{電流}]} = \frac{100[\text{V}]}{20[\text{A}]} = 5 [\Omega]$$

問7

(2)

〔解説〕抵抗値の式、 $R = \rho \frac{l}{S}$ において、同一材質であるから比抵抗 ρ は同一であり、同一長さであるから l も同じである。したがって、直径2mm、4mmの銅線の抵抗値をそれぞれ R_1 、 R_2 、断面積を S_1 、 S_2 、直径を D_1 、 D_2 とすれば、

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{\frac{1}{4}\pi D_2^2}{\frac{1}{4}\pi D_1^2} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$$\text{よって、 } R_2 = R_1 \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 = 2.4 \times \left(\frac{2}{4}\right)^2 = 0.6 [\Omega]$$

問8

(2)

〔解説〕 電熱器に流れる電流： $100 \text{ [V]} \div 4 \text{ [\Omega]} = 25 \text{ [A]}$ 消費電力量： $100 \text{ [V]} \times 25 \text{ [A]} \times 2 \text{ [h]} = 5000 \text{ [Wh]} = 5 \text{ [kWh]}$ カロリーに換算して： $5 \text{ [kWh]} \times 860 \text{ [kcal/kWh]} = 4300 \text{ [kcal]}$

同様な問題として、(第28回上・電)に次のような問題がでている。

「単相 100V, 8A の電気湯沸かし器がある。15°Cの水 4ℓを 30分で 95°Cにすることができる。この場合の効率はいくらか。ただし、1kWh を 860kcal として計算せよ。」

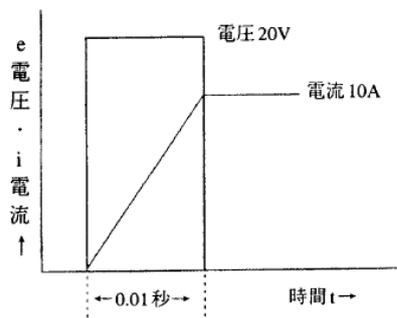
参考 湯沸かし器の発熱量： $100 \text{ [V]} \times 8 \text{ [A]} \times 0.5 \text{ [h]} \times 1/1000 \times 860 \text{ [kcal/kWh]}$
 $= 344 \text{ kCal}$

湯に加えられた熱量： $4 \text{ [ℓ]} \times (95 - 15) \text{ [kcal/°Cℓ]} = 320 \text{ kcal}$ 効率は $320 \div 344 = 93.0\%$

問9

自己インダクタンスに生ずる誘導起電力 e は

$$e = -L \cdot di/dt \text{ V}$$

よって $e = 20 \times 0.001 \times 10 / 0.01 = 20 \text{ V}$ 

本問では電流の変化 di/dt が直線であるから、図に示すような 20V の電圧を 0.01 秒間生ずる。

問 10

自己インダクタンスに生ずる誘導起電力は、

$$e = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \text{ [V]} = 10 \times 10^{-3} \times \frac{20}{0.01} = 20 \text{ [V]}$$

で AB 間は直線的に電流が増加するから 20 [V] の一定の起電力を生ずる。これを図示すると、図 1.7 のようになる。

また自己インダクタンスに蓄えられるエネルギー W [J] は

$$W = \frac{1}{2} L I^2 \text{ [J]} \quad \text{で求められるから}$$

$$W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-3} \times 20^2 = 2 \text{ [J]} \text{ となる。}$$

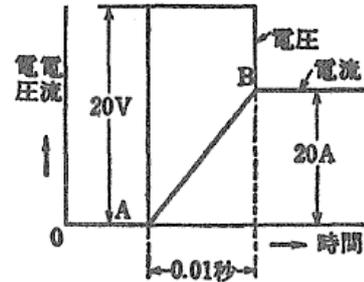


図 1.7

問 11

(4)

〔解説〕

$$\text{直列合成抵抗 } R_1 = 1 + 1 + 2 + 2 = 6\Omega$$

$$\text{並列合成抵抗 } R_2 \text{ は } \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{6}{2}$$

$$\text{よって } R_2 = \frac{1}{3}\Omega$$

$$\text{したがって } R_1 \div R_2 = 6 \div \frac{1}{3} = 18 \text{ 倍となる}$$

参考：テキスト p.285

問 12

(4)

〔解説〕容量 C のコンデンサに抵抗 R を通して直流電圧 E を加えると、図 3 (4) の充電電流が流れ、定常状態となると $C \times E$ の電荷を蓄積する。スイッチ投入直後には、 R によって制限される電流 $I = E/R$ が流れるが、コンデンサに電荷が蓄積されるにしたがって電流は減少し定常状態で 0 となる。

問 13

(2)

〔解説〕 直列合成抵抗： $4+6=10$

$$\text{並列合成抵抗： } \frac{4 \times 6}{4+6} = 2.4$$

したがって $10 \div 2.4 = 4.17$

問 14

(4)

〔解説〕 並列であるので合成抵抗を R とすれば

$$1/R = 1/30 + 1/30 + 1/30 = 3/30 = 1/10$$

したがって $R = 10$ [Ω]

問 15

(2)

〔解説〕 図 1.11 のように 100 [m] ごとに 176 [MΩ] の絶縁抵抗があり、全長 1000 [m] ではこれが 10 個並列に接続されたものと考えてよいから

$$176 \times \frac{100}{1000} = 17.6$$

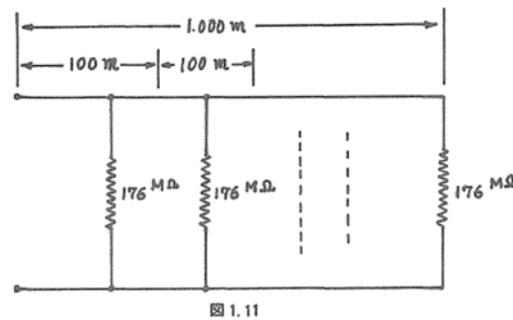


図 1.11

問 16

(3)

〔解説〕 ある定常状態にある一般電気回路が、変化を受けてほかの定常状態に移るまで一時的に呈する現象をその回路の過渡現象という。

抵抗とインダクタンスの直列回路に直流電圧を加えた場合、過渡状態ではインダクタンスも電流を阻止する作用をするので、電流はスイッチ入りの瞬間から徐々に増大し、間もなく E/R の一定の値に達する。電流が一定の値に達するとインダクタンスは電流を阻止する作用はなくなる。

この電流の変化の状態を式で表すと

$$I = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

となる。ここで L/R をこの回路の時定数、またその逆数を減衰率といい、電流 I の増加は時定数の大なる程緩慢である。

問 17

(2)

〔解説〕 実効値とは交流を、電力として直流と同等に扱うための値である。抵抗 R に直流 I を流したときの電力と、交流 i を流したときの平均値が等しいとき、 i の実効値は I である。正弦波交流では最大値 I_m と実効値 I は

$$I_m = \sqrt{2}I \quad \text{の関係となる。}$$

参考：テキスト p.286

問 18

抵抗： R 、リアクタンス： X 、インピーダンス： Z 、電圧： V 、電流： I とすれば

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \quad [\Omega]$$

$$\text{電流値} = \frac{200}{10} = 20 \quad [\text{A}]$$

$$\text{力率} = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0.8 \quad (80\%)$$

問 19

(1) 0.6 (又は 60%) (2) 20A

〔解説〕

(1) インピーダンスを Z 、抵抗を R 、誘導リアクタンスを X とすると、

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\Omega$$

よって、力率は

$$\cos \varphi = R/Z = 6/10 = 0.6 \quad \text{となる}$$

(2) 流れる電流を I 、電圧を V とすると

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{10} = 20\text{A} \quad \text{となる}$$

問 20

(2)

〔解説〕 インピーダンスを Z とすると、 $Z = \frac{200}{1} = 200\Omega$

リアクタンスを X とすると

$$Z^2 = 120^2 + X^2$$

$Z = 200\Omega$ であるから

$$X^2 = 40000 - 14400 = 25600$$

故に $X = 160\Omega$

問 21

電流 : 10A

力率 : 0.6 又は 60%

〔解説〕 (1) 電流

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{81 + 144} = 15\Omega$$

$$I = V \div Z = 150 \div 15 = 10A$$

(2) 力率

$$\cos\theta = R \div Z = 9 \div 15 = 0.6 \text{ (または 60\%)}$$

問 22

(1)

〔解説〕 合成インピーダンス $Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{12^2 + 16^2}$
 $= \sqrt{400} = 20\Omega$

よって 力率 $\cos\theta = R/Z = 12/20 = 0.6$ となる

問 23

(1)

〔解説〕 合成インピーダンス $Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{21^2 + 28^2} = 35\Omega$

よって 力率 $\cos\theta = R/Z = 21 \div 35 = 0.6$ となる

問 24

(2)

〔解説〕 オームの法則より

$$I = \frac{V}{R} = \frac{100[\text{V}]}{2[\Omega]} = 50 \text{ [A]}$$

問 25

(4)

〔解説〕 交流というものを扱っていく上での約束事が問題の要旨であり、交流でも直流でも、電圧や電流の行う効果を表すのに、熱として、同じ発熱の効果、エネルギー、同じ時間幅をとってパワーが同じになるような量を考えると都合がよい。このような条件を満たす交流の量が実効値である。

問 26

0.8 (又は 80%)

〔解説〕 $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ } [\Omega]$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0.8 \text{ (80\%)}$$

問 27

(2)

〔解説〕 抵抗: R 、リアクタンス: X 、インピーダンス: Z 、印加電圧: V 、電流: I とすると、

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100 \text{ } [\Omega]$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{100} = 2 \text{ [A]}$$

問 28

$$\text{抵抗} \quad R = 40\sqrt{3} = 69.28 \quad [\Omega]$$

$$\text{リアクタンス} \quad X = 30\sqrt{3} = 51.96 \quad [\Omega]$$

〔解説〕

等価 Y 回路の 1 相分を考えると

$$\text{相電圧は、線間電圧の } 1/\sqrt{3} \text{ であるから} \quad E = \frac{3000}{\sqrt{3}} \quad [\text{V}]$$

$$\text{線電流は、相電流に等しいから} \quad I = 20 \quad [\text{A}]$$

$$\text{力率は、} \quad \cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

したがってインピーダンスは

$$Z = \frac{E}{I} = \frac{3000}{\sqrt{3}} \div 20 = 50\sqrt{3} \quad [\Omega]$$

$$R = Z \cos\theta = 50\sqrt{3} \times 0.8 = 40\sqrt{3} = 69.28 \quad [\Omega]$$

$$X = Z \sin\theta = 50\sqrt{3} \times \sqrt{1 - 0.8^2} = 30\sqrt{3} = 51.96 \quad [\Omega]$$

問 29

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3}$$

〔解説〕 三相平衡電圧を E とすると

$$(a) \text{ 図の場合 } R_1 \text{ には相電圧が加わるので} \quad I_1 = \frac{E}{\sqrt{3}} \div R_1 = \frac{E}{\sqrt{3}R_1}$$

(b) 図の場合 R_2 には線間電圧が加わるから、 R_2 に流れる相電流を I_2' とすると

$$I_2' = \frac{E}{R_2} \text{ となり、} \Delta \text{ 結線の場合の線電流は相電流 } I_2' \text{ の } \sqrt{3} \text{ 倍であるから}$$

$$I_2 = \sqrt{3}I_2' = \frac{\sqrt{3}E}{R_2}$$

$$I_1 = I_2 \text{ とおくと}$$

$$\frac{E}{\sqrt{3}R_1} = \frac{\sqrt{3}E}{R_2}$$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3} \text{ となる。}$$

この問題から分かるように、平衡負荷で抵抗又はインピーダンスを Y から Δ に、また Δ から Y に換算することができる。いま三相平衡負荷で Y 結線のときの抵抗を R_s 、 Δ 結線のときの抵抗を R_d とすれば、等価換算は次による。

Y から Δ に換算するには、Y の抵抗値を 3 倍するとよい。 $R_d = 3R_s$

Δ から Y に換算するには、 Δ の抵抗値を 1/3 倍すればよい。 $R_s = \frac{1}{3}R_d$

問 30

(3)

〔解説〕 Δ 結線の抵抗値が Y 結線の抵抗値の 3 倍のとき線電流が等しくなる。本問の場合は両回路の抵抗値が等しいので Δ 結線の場合の抵抗は Y 結線に換算すると $1/3$ となるから電流は 3 倍となる。

問 31

(3)

〔解説〕 線間電圧が V であるから相電圧は $\frac{V}{\sqrt{3}}$

$$\text{相電流は } \frac{V}{\sqrt{3}} \div R = \frac{V}{\sqrt{3}R}$$

$$\text{一相当たりの消費電力は } \left(\frac{V}{\sqrt{3}R} \right)^2 \times R = \frac{V^2}{3R}$$

$$\text{三相の電力は一相の電力の 3 倍であるから } \frac{V^2}{3R} \times 3 = \frac{V^2}{R}$$

第2章 電気機器

第1節 総説

問 32

電動機、発電機などの回転機を運転すると生じる主な損失を 2 つあげ、それぞれについて簡単に説明せよ。

(第 52 回上・電)

問 33

電動機の定格出力は、温度上昇によって決まる。このとき温度上昇の基準になる周囲温度〔℃〕は何度か、次のうちから選べ。

- (1) 20℃ (2) 30℃ (3) 35℃ (4) 40℃

問 34

次の文中 の中に、適当な言葉を入れよ。

変圧器の損失のうち、 (イ) は、周波数や (ロ) が不変であれば変わらないが、これに対し (ハ) は、抵抗が一定であっても、負荷電流の (ニ) 乗に比例して変化する。

変圧器の損失は、主としてこの両者であるため、その能率は回転機械に比べ著しく (ホ) い。

問 35

電気機器の絶縁物に要求される一般的特性として、特に関係のないものを次から選べ。

- (1) 絶縁耐力 絶縁抵抗が大きいこと。 (2) 熱膨張係数が小さいこと。
(3) 透磁率が大きいこと。 (4) 耐水、耐油性等にすぐれていること。

問 36

次の(イ)～(ニ)の電動機負荷に対し、最も適当な電動機を(A)～(D)より選んで相互に線で結べ。

- | | |
|---------------|----------------|
| (イ) ポンプ | (A) 三相巻線形誘導電動機 |
| (ロ) 大形往復動圧縮機 | (B) 同期電動機 |
| (ハ) 斜坑巻上機 | (C) 三相かご形誘導電動機 |
| (ニ) 蓄電池式電気機関車 | (D) 直流直巻電動機 |

(第28回上・電)

問 37

電気機器に用いる絶縁物の特性に関する次の記述のうち、不適当なものを選べ。

- | | |
|-------------------|-----------------|
| (1) 絶縁破壊電圧が大きいこと。 | (2) 耐熱性が高いこと。 |
| (3) 誘電体損失が小さいこと。 | (4) 熱伝導率が小さいこと。 |

(第28回普・電)

問 38

高圧機器を取り扱ううえで、考慮すべき感電防止の方法について述べよ。

(第31回上・電)

問 39

次の用語のうち、(イ)～(ホ)と最も関係が深いと思われる(A)～(E)を、相互に線で結べ。

- | | |
|------------------|--------------|
| (イ) けい素鋼板 | (A) CV ケーブル |
| (ロ) 架橋ポリエチレン | (B) 電力用コンデンサ |
| (ハ) タングステンフィラメント | (C) サイリスタ |
| (ニ) プラスチックフィルム | (D) 変圧器 |
| (ホ) シリコン | (E) 白熱電球 |

(第32回上・電)

問 40

次の電力用機器の取扱いにおいて、定格電流を超過しない場合を、下記から選べ。

- (1) かご形誘導電動機を全電圧始動した場合。
- (2) 無電圧状態の大形変圧器の一次側スイッチを投入し定格電圧を印加した場合。
- (3) 計器用変流器の一次及び二次側に、各々、定格電流の約50%の電流が流れている状態で変流器の二次側端子を短絡した場合。
- (4) 計器用変圧器の一次側に定格電圧が印加されているとき、二次側の端子を短絡した場合。

(第33回普・電)

第2節 誘導電動機

問 41

変圧器の損失のうち、銅損は負荷電流とどのような関係にあるか、正しいものを下記の(1)～(4)の内から選べ。

- (1) 無関係 (2) 比例 (3) 2乗に比例 (4) 3乗に比例

(第52回普・電)

問 42

50Hz、4極の三相誘導電動機の回転数が1460rpmであった。このときの滑りに最も近い値を、次のうちより選べ。

- (1) 2.0% (2) 2.5% (3) 3.0% (4) 3.5%

(第53回普・電)

問 43

鉱山で使用する機械の動力として、かご形誘導電動機が一般的に普及している理由を簡単に記せ。

(第54回上・電)

問 44

かご形誘導電動機の直入起動を行う場合の検討事項に関する次の記述のうち、最も重要なものを選べ。

- (1) 電源周波数 (2) 起動電流の大きさ
(3) 地絡保護継電器の設定値 (4) 周囲温度

(第51回普・電)

問 45

電動機の選定に関する次の記述のうち、適当でないものを選べ。

- (1) 30kWのタービンポンプは起動トルクが比較的小さく速度制御の必要がないのでかご形誘導電動機を直入方式で使用した。
(2) 200kWベルトコンベアは起動時間が長く起動トルクは比較的大きいので巻線形誘導電動機を2次抵抗起動方式で使用した。
(3) 150kWの巻上機は速度制御が必要で、速度にかかわらず所用トルクは一定なのでVVVF(可変電圧可変周波数制御)のかご形誘導電動機を使用した。
(4) 15kWプロペラファンは回転数を変えて風量の調整を行うために、サイリスタレオナードの直流電動機を使用した。

(第55回普・電)

問 46

三相誘導電動機の運転に関する次の文中、の中に当てはまる正しい言葉を入れよ。

- (1) 配電系統に大きな電圧降下がある状態では、トルクはのに比例するから、起動時のトルクは著しく減少し、時には起動しないこともある。また、一定のトルクを出すためのは過大となり、電動機はするので対策が必要である。
- (2) 三相誘導電動機は、給電線が1本断線した単相の状態ではを生じないから、起動の能力がなくなってしまう。しかし、運転中に給電線が1本断線した場合にはとして運転を続ける。この場合、同一の負荷に対するが増大し、電動機はのおそれがある。

(第51回上・電)

問 47

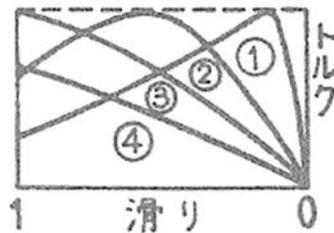
三相誘導電動機の巻線の接続を Δ からYに切り替えて起動させたとき、トルクは切り替え前と比較して何倍となるか、次の(1)～(4)の内から選べ。

- (1) $1/3$ (2) $1/\sqrt{3}$ (3) $\sqrt{3}$ (4) 3

(第54回普・電)

問 48

下図は、三相交流巻線形誘導電動機のトルク-滑りの特性曲線を表している。二次抵抗が最大の場合の曲線を、図の①～④のうちから選べ。



問 49

かご形誘導電動機の直入起動を行う場合に検討すべき問題のうち、それほど重要でないものを、次のうちから選べ。

- (1) 起動電流の大きさ (2) 線路途中の電圧降下
(3) 起動時間 (4) 周囲温度

問 50

三相誘導電動機の購入にあたり、仕様書に記載すべき事項のうち、重要なものを5つあげよ。

問 51

三相誘導電動機に直結した直流発電機がある。今発電機に 100kW の負荷をかけたとき電動機の入力は、何 kVA となるか、次のうちから最も近い数値を選べ。ただし発電機の効率を 90%、電動機の効率を 90%及び力率を 80%とする。

- (1) 125 (2) 140 (3) 150 (4) 160

問 52

誘導電動機の端子に供給される電圧が銘板記載の定格電圧より低い場合、次の性能の増減の組合せのうち、正しいものを選べ。

	(起動電流)	(全負荷温度上昇)	(最大トルク)	(全負荷速度)
(1)	減	増	増	減
(2)	増	減	増	増
(3)	減	増	減	減
(4)	増	減	減	増

問 53

三相誘導電動機の深溝かご形と巻線形を比較した場合の主な利点を 1 つずつあげよ。

(第 27 回上・電)

問 54

誘導電動機への供給電圧が 10 % 低下すると、起動トルクの低下率はおよそ何%か、次のうちから選べ。

- (1) 10 % (2) 20% (3) 30% (4) 40%

(第 27 回普・電)

問 55

50Hz、4 極の三相誘導電動機の全負荷における滑りが 3%であるという。全負荷時の毎分の回転数に最も近い値を、次のうちから選べ。

- (1) 1800 (2) 1750 (3) 1500 (4) 1450

(第 28、31、33 回普・電、類第 33 回上・電)

問 56

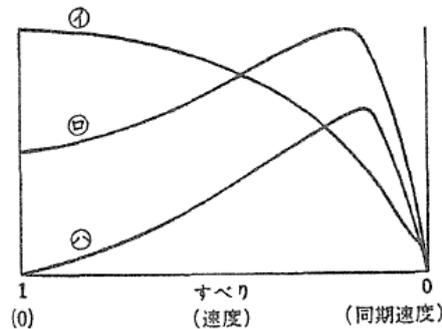
普通かご形三相誘導電動機の始動方法のうち、始動トルクの最も大きいものはどれか、次のうちから選べ。ただし、定格出力及び極数は同一とする。

- (1) 全電圧始動 (2) リアクトル始動 (3) スターデルタ始動
 (4) 始動補償器 (コンペンセータ、単巻変圧器方式) による始動

(第30回普・電)

問 57

次図は、普通かご形三相誘導電動機の滑りに対する特性を示したものである。下記の(1)～(4)の組合せのうち正しいものを選べ。



- | | | |
|----------|-----|------|
| (イ) | (ロ) | (ハ) |
| (1) 出力 | トルク | 一次電流 |
| (2) トルク | 出力 | 一次電流 |
| (3) 一次電流 | 出力 | トルク |
| (4) 一次電流 | トルク | 出力 |

(第30回普・電)

問 58

三相かご形誘導電動機の始動方式を3つあげ、簡単に説明せよ。

(第32回上・電、27回普・電)

問 59

始動リアクトルによって、三相かご形誘導電動機を始動する場合、その始動トルクは全電圧始動の場合の何%になるか、次のうちから選べ。ただし、始動リアクトルは、50%の電圧タップを使用するものとする。

- (1) 12.5% (2) 25% (3) 50% (4) 75%

(第32回普・電)

問 60

次の仕様の低圧かご形誘導電動機の定格電流に最も近いものはどれか、下記から選べ。

仕様：三相，200V，4極，22kW，力率 90%， 効率 90%

- (1) 45A (2) 78A (3) 122A (4) 136A

(第 32 回普・電)

問 61

三相誘導電動機の回転方向を運転するため、電源側のケーブル端子で振替えを行う場合、当初の回転方向が変わらない接続はどれか、次のうちから選べ。ただし、当初の接続は A-a, B-b, C-c とし、A, B, C は電源側ケーブル端子符号、a, b, c は電動機側端子符号

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) C-a | (2) A-a | (3) C-a | (4) B-a |
| A-b | C-b | B-b | A-b |
| B-c | B-c | A-c | C-c |

(第 32 回普・電)

第2章 解答

問 32

下記のうちから2つをあげ説明すればよい

1. **機械損**：軸受摩擦損、ブラシ摩擦損、風損などで、回転数が一定ならば負荷の変動には関係なくほぼ一定である。
2. **鉄損**：鉄心部に生ずる損失で、ヒステリシス損とうず電流損からなる。通常の機器を商用周波数で使用する場合はヒステリシス損が鉄損の大部分を占める。
3. **銅損**：負荷電流や励磁電流による抵抗損で、機器巻線などから生ずる。
4. **漂遊負荷損**：機械損、鉄損、銅損、以外の損失で漏れ磁束により構造材料内部に発生する損失や導体断面の電流不均等による銅損など計算や測定によって求め難い損失で負荷に比例して増減する。

参考：テキスト p.296

問 33

(4)

参考：テキスト p.294

問 34

(イ) 鉄損 (ロ) 電圧 (ハ) 銅損 (ニ) 2 (ホ) 高

参考：テキスト p.296

問 35

(3)

[解説] 透磁率が大きいとは、小さな磁化アンペアターンで大きな磁束が得られることをいい、鉄心材料に要求される特性の一つである。

問 36

(イ) - (C) (ロ) - (B) (ハ) - (A) (ニ) - (D)

問 37

(4)

[解説] 機器及びそれに使用される絶縁材料の温度上昇は冷却方式にもよるが絶縁物の比熱、熱伝導率によるもので、これらの値は大きいことが望まれる。

問 38

(解答例)

施設一般については、鉄棒等の接地を確実にし、絶縁を良好に保ち、極力キュービクルタイプのもを用い、高圧危険場所はさくで隔離、警標等をつけ一般の立入りを禁止する等であるが、停電作業の場合は、作業前の確実な電源の遮断、及び検電器による無電圧の確認、作業対象高圧部の接地、及び作業車の誤った電源投入の防止、及び近接の充電部分の確認と、必要があれば、絶縁板等による隔離等が考えられる。

問 39

(イ) - (D) (ロ) - (A) (ハ) - (E)
 (ニ) - (B) (ホ) - (C)

問 40

(3)

〔解説〕 一次側に対し二次側は短絡した場合も、巻線比の逆数の電流が流れるのみで過電流にはならない。ただし二次回路をオープンにすると過電圧が発生する。

問 41

(3)

〔解説〕 銅損は、変圧器巻線の抵抗によって発生する抵抗損であるから、負荷電流の 2 乗に比例する。

参考：テキスト p.296

問 42

(2)

〔解説〕 同期回転数は $120 \times 50[\text{Hz}] / 4[\text{極}] = 1500[\text{rpm}]$

滑りは $(1500 - 1460) / 1500 = 0.026$ (2.6%) によって 2.5% が最も近い値である。

参考：テキスト p.299

問 43

(解答例)

構造が簡単で堅固、取扱い容易、価格が安い、等。

〔解説〕 かが形誘導電動機は現在最も普及している交流用の電動機である。VVVF 電源により滑らかな速度制御も可能となり、中形の巻き上げ機にも使用されている。

問 44

(2)

[解説] 直入起動は全電圧で起動する方法で、起動装置としては簡単であるが、全負荷電流の 4~6 倍の起動電流が流れるので、この大きさと継続時間によっては、電動機の温度上昇、配電線路の電圧降下による電磁開閉器の投入不能や起動トルク不足による起動不能などが起こることがある。

参考：テキスト p.300

問 45

(4)

[解説] 小型のプロペラファンに構造が複雑で高価な直流電動機を使用するのは適当ではない。この場合は周波数制御のかご形誘導電動機が適している。

問 46

(イ) 電圧 (ロ) 2 乗 (ハ) 電流 (ニ) 過熱焼損
(ホ) 回転磁界 (ヘ) 単相誘導電動機

問 47

(1)

[解説] Y 接続のときは、 Δ 接続の $1/\sqrt{3}$ の電圧しか加わらず、トルクは電圧の 2 乗に比例するので $1/3$ 倍となる。

問 48

(4)

参考：テキスト p.301

問 49

(4)

参考：テキスト p.302

問 50

- (1) 定格の種類（連続又は短時間の別）
 - (2) 定格出力
 - (3) 定格電圧
 - (4) 定格周波数
 - (5) 極数又は同期回転数
 - (6) 回転子の種類（かご形又は巻線形）
 - (7) 形式（防爆形あるいは非防爆形等）
- 等から 5 つあげればよい。

問 51

(3)

〔解説〕 発電機の入力＝発電機出力÷発電機の効率＝ $100 \div 0.9$ [kW]

電動機出力＝発電機入力＝ $100 \div 0.9$ [kW]

電動機入力＝電動機出力÷電動機の効率＝ $100 \div 0.9 \div 0.9$ [kW]

電動機 kVA 入力

＝電動機入力 [kW] ÷ 電動機の力率＝ $100 \div 0.9 \div 0.9 \div 0.8 = 154.3$ [kVA]

問 52

(3)

〔解説〕 起動時の誘導電動機は、変圧器と同様であって、供給電圧が低下すると起動電流は減少する。全負荷電流はトルクの減少を補うために増加するので、銅損が大きくなり、電圧低下による鉄損減はあるが、一般に全損失を増し、全負荷温度上昇は増大する。

誘導電動機のトルクは電圧の 2 乗に比例するので、電圧が減少するとトルクは減少する。トルクが減少するので、全負荷滑りは増大し、回転数は減少する。

問 53

深溝かご形と巻線形の各々について次のうち 1 つ書けばよい。

(1) 深溝かご形の利点

- ① 構造堅ろう ② 保守容易 ③ 価格が安い ④ 取扱簡便

(2) 巻線形の利点

- ① 回転子に抵抗を挿入して起動するので起動電流が小さく、したがって線路の電圧降下も小さくできる。
- ② 速度調整が円滑にできる。

〔解説〕 深溝かご形誘導電動機の特性等は二重かご形誘導電動機とほぼ同じである。起動トルクは深溝かご形も巻線形も大きい。

問 54

(2)

〔解説〕 トルクは供給電圧の 2 乗に比例するから、電圧が 10% 下がるとトルクは、 $(1 - 0.1)^2 = 0.81 \rightarrow 81(\%)$ になる。したがって求める低下率は $1 - 0.81 = 0.19 \rightarrow 19\%$

問 55

(4)

〔解説〕 三相誘導電動機の回転速度は

$$N = N_s (1 - S) = \frac{120f}{P} (1 - S)$$

$$f = 50 \text{ [Hz]、} P = 4 \text{ [極]、} S = 3\% = 0.03 \text{ より}$$

$$N = \frac{120 \times 50}{4} (1 - 0.03) = 1500 (1 - 0.03) = 1455 \text{ (rpm)}$$

ゆえに、1450 が最も近い。

問 56

(1)

〔解説〕 誘導電動機のトルクは一次電圧の 2 乗に比例するが、(3) のスターデルタ始動は電動機端子電圧は変わらないが、コイルへの端子電圧は $\frac{1}{\sqrt{3}}$ となるため、始動トルクは全電圧始動の $\frac{1}{3}$ となる。

(2)、(4) はいずれも減電圧始動であり、全電圧始動に対し起動トルクは減少する。

問 57

(4)

〔解説〕

(イ) 一次電流は始動時 ($S=1$) 最大で 増速につれて減少し同報速度 ($S=0$) で励磁電流のみとなる。

(ロ) トルクは $S=1$ のときが始動トルク。最大値が停動トルク。 $S=0$ のときは二次側電流は 0 となりトルクは発生しない。

(ハ) 出力は (トルク) \times (速度) であり、 $S=1$ で出力は 0。また、 $S=0$ でトルク 0 のため出力も 0 となる。最大出力は停動トルクよりやや滑りの小さいところとなる。

問 58 テキスト P.299 を参照。

〔解説〕 全電圧始動は電源容量に比べ電動機容量が小さい場合に用いられ、補償器始動及びリアクトル始動は比較的大型電動機で電源容量の小さい場合に用いられる。スターデルタ始動は低圧電動機に用いられることが多い。

問 59

(2)

〔解説〕 電動機の定格電圧を V 、全電圧始動トルクを T 、リアクトルを挿入した始動時の電動機端子電圧を V' 、その時のトルクを T' とすると

$$T'/T = (V'/V)^2$$

したがって電圧 50% タップを使用する場合、 $(50/100)^2 = 0.25$ すなわち 25% となる。

問 60

(2)

〔解説〕 電動機の出力は軸出力である。よって次の計算式となる。

$$\text{定格軸出力 [kW]} \times \frac{100}{\text{効率[\%]}} \times \frac{1000}{\text{線間電圧[V]}} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{100}{\text{力率[\%]}} = \text{定格電流 [A]}$$

$$22 \times \frac{100}{90} \times \frac{1000}{200} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{100}{90} = 78.4 \div 78 \text{ [A]} \quad \text{定格電流 78 [A]}$$

問 61

(1)

〔解説〕 (1) のみが当初接続と相回転方向が同一である。3 端子中任意の 2 端子を振り替えると相回転方向が逆転するが、(2) (3) (4) は各々 BC, AC, AB 端子を振り替えたものである。

第3章 開閉器、制御装置及び保護装置

第1節 電力開閉

問 62

開閉装置に関する次の記述のうち、誤っているものを下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 遮断器は異常電流の遮断ができる
- (2) ヒューズは異常電流の遮断ができる
- (3) 開閉器は定常電流の開閉ができる
- (4) 断路器は定常電流の開閉ができる

(第 52 回普・電)

問 63

電力開閉について説明した次の文中、 に当てはまる正しい言葉を入れよ。

1. 断路器は (イ) 電流を開閉する能力がなく、点検などのための回路の切り離しや計器用変成器等の充電電流の開閉等に使用される。よって誤って (ロ) 電流を開路すると接触部間が (ロ) でつながり、更には線間 (ハ) に移行することがある。
2. 遮断器は (ハ) 電流の遮断を責務としており、開路条件は極めて過酷である。遮断容量の (ニ) による遮断失敗は、広範囲の停電となるので余裕が必要である。この遮断容量の選定は、 (ホ) の容量によって決定される。

(第 52 回上・電)

問 64

遮断器に関する次の文中、 の中に入れる適当な言葉を下記の (1) ~ (4) の組み合わせの内から選べ。

遮断器は保安上極めて重要な機器で、短絡、地絡事故が発生した際に (イ) を系統から遮断して、 (ロ) の被害拡大を防止する。よって遮断器は他の開閉装置と異なり短絡電流の遮断を責務とする。 (ハ) は、遮断器の前後で各々事故が発生した場合の (ニ) のうち大きい値で決める。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	負荷回路	負荷設備	電流容量	負荷 kW
(2)	電源回路	需要設備	定格電流	電源 kVA
(3)	正常回路	送電線	電流容量	送電 kVA
(4)	故障回路	故障点	遮断容量	短絡 kVA

(第 54 回普・電)

問 65

開閉器に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) ガス遮断器は SF_6 をアークに吹き付けるもので、空気遮断器に比べ、同一遮断容量で著しく小型にできる。
- (2) 断路器は負荷電流の開閉ができる。
- (3) 漏電遮断器は、ZCT(零相変流器)により地絡電流を検出して遮断動作を行う。
- (4) 限流フューズは遮断器にない優れた限流作用を持つ。

(第 55 回普・電)

問 66

変電所の受電用遮断器の設置目的およびその遮断容量の決め方について簡単に記せ。

(第 53 回上・電)

問 67

高圧回路における油入開閉器と電力ヒューズとを併用する場合の有利性について簡単に述べよ。

問 68

受電地点における受電電力遮断容量は、何によって定められるか、次のうちから選べ。

- (i) 供給電源の容量
- (ii) 負荷設備の容量
- (iii) 受電契約の容量
- (iv) 受電地点に設けた変圧器の容量

問 69

遮断器と電磁開閉器(運転スイッチ)との電氣的性能上最大の相異点を、簡単に説明せよ。

問 70

高圧の受電地点における受電電力遮断器の遮断容量は何によって決定されるか、次のうちから選べ。

- (i) 負荷設備の総出力と負荷率
- (ii) 受電契約量
- (iii) 負荷設備の総出力
- (iv) 供給電源の容量

問 71

電力ヒューズ(パワーヒューズ)の特長について簡単に述べよ。

問 72

下記の電力開閉装置について、回路電流開閉機能の差異を述べよ。

- (1) 断路器 (ディスコネクティング スイッチ)
- (2) 接触器 (コンタクタ)
- (3) 遮断器 (サーキット ブレーカ)

(第 34 回上・電)

第 2 節 保護継電器

問 73

保護継電器に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 過電流継電器は、回路に規定値以上の電流が連続して流れた場合に作動する。
- (2) 差動継電器は、周波数の過不足の差により作動する。
- (3) 短絡電流継電器は、回路に大きな故障電流が流れた場合に直ちに作動する。
- (4) ブッフホルツ継電器は、油入変圧器の内部故障によるガスで作動する。

(第 51 回普・電)

第 3 節 電力系統の異状電圧

問 74

架空送配電線路に施設する架空地線の目的を説明した次の記述のうち、正しいものを選べ。

- (1) 電線の引っ張り強度を減少する。
- (2) 支持物の接地抵抗を減少する。
- (3) 電線路を雷より保護する。
- (4) 電線路の静電容量を増加する。

(第 53 回普・電)

問 75

高圧ケーブルの過大電流から火災を発生することがある。これを防止するために、普通使用される保護継電器を 2 つあげよ。

問 76

配電線や電動機等を事故から守る保護継電器（リレー）の中で最もよく用いられる種類を4つあげ、かつ、それぞれの継電器は、回路がどのような状態になった場合に作動するか簡単に述べよ。

問 77

高圧配電設備の接地保護装置として不必要なものを、次のうちから選べ。

- (i) 検漏器
- (ii) 計器用変圧器
- (iii) 零相変流器
- (iv) 電力ヒューズ

問 78

次の機器のうち、地絡保護対策に関し、直接関係のないものを選べ。

- (1) 零相（Z相）変流器
- (2) スター、オープンデルタ結線のPT（計器用変圧器）
- (3) 周波数継電器
- (4) 漏電ブレーカ

（第32回普・電）

問 79

保護継電器に関する次の記述のうち、不適當なものを選べ。

- (1) 逆欠相継電器は、三相誘導電動機の単相運転による焼損を防止するために使用される。
- (2) 差動継電器は、発電機の内部故障検出に使用される。
- (3) 逆力（交流電力方向）継電器は、三相誘導電動機の巻線の接地検出に使用される。
- (4) ブッフホルツ継電器は、油入変圧器の内部故障検出に使用される。

（第33回普・電）

問 80

変電所の雷害防止の具体的対策について述べよ。

（第35回上・電）

問 81

次の文中□のうち、正しいものを選べ。

使用中の変流器の二次側は開放してはならない。その理由は、一次電流が全部励磁電流となるため□(A)一次、□(B)二次□巻線に過大の□(C)電圧、□(D)電流□を誘起して絶縁を破壊し、焼損するおそれがあるためである。

（第26回上・電、類第29回普・電）

問 82

送配電線路に施設する架空地線の主目的を、次のうちから選べ。

- (1) 支持物の接地抵抗値を減少する。 (2) 支持物を補強する。
(3) 導体を雷より保護する。 (4) 電線路の静電容量を増す。

(第 27 回普・電)

問 83

誘導形過電流継電器の動作特性はどれか、次のうちから選べ。

- (1) 反限時 (2) 定限時 (3) 即時 (瞬時) (4) 反限時一定限時

第3章 解答

問 62

(4)

〔解説〕 断路器で定常電流の開路はできない。開閉器または遮断器で系統を開路の後に、断路器を開く。

参考：テキスト p.303

問 63

(イ) 負荷 (ロ) アーク (ハ) 短絡 (ニ) 不足 (ホ) 供給電源

問 64

(4)

問 65

(2)

〔解説〕 断路器は負荷電流の開閉はできない。

問 66

(解答例)

- (1) 受電用遮断器の責務は、遮断器以降で発生した短絡事故等が電源側へ波及することの防止にある。
- (2) 遮断容量は、受電地点から見た電源側のインピーダンスによって定まる短絡電流を遮断できる容量とする。

問 67

(解答例)

電力ヒューズは、小形にして遮断容量が大きく、遮断時間が1～2サイクルと極めて短く性能が良いが、比較的安価である。これを大なる短絡電流に備えれば、負荷電流の高頻度の開閉には、遮断容量の小さな小形の油入開閉器を使用することができて安全度が高く経済的である。

問 68

(i)

〔解説〕 受電地点の受電電力遮断器は、受電地点以降に短絡事故などが起こった場合、その事故を受電地点以外に波及しないように設けられる。したがってその短絡電流の大きさで決定される。これら電流は、電源側のインピーダンスによって決まり、このインピーダンスは電源容量によって決まる。したがって答は (i) である。

問 69

(解答例)

遮断器は、回路の通常電流の数十倍の短絡電流をも即時に遮断できる能力をもっているが、一般の電磁開閉器は定格電流の数倍、すなわち短絡に至らない過電流程度までしか安全に遮断できない。

問 70

(iv)

〔解説〕 この受電力遮断器は、遮断器以降における線間短絡のような大電流を遮断して事故の波及を防ぐものである。この短絡電流の大きさは、電源側のすべてのインピーダンスに反比例し、遮断器の容量は短絡電流と電圧の相乗積に比例する。したがって電源容量によって決定させるので答は (iv) である。

問 71

(解答例)

高圧回路に短絡保護用として使用する場合、保守が簡単で安価、軽量であって、その上遮断時間が極めて短いという特長を有する。

問 72

(解答例)

- (1) **断路器**：定格電圧のもとにおいて、単に充電された電路を開閉するために用いられるもので負荷電流の開閉を建前としないものをいう。
- (2) **接触器**：主として電動機の頻繁な始動、停止に用いられる。級別により連続定格電流の 1～10 倍くらいの開閉能力があり、開閉の寿命も種別により、1,000～1,000,000 回の範囲がある。通常短絡電流の遮断能力はない。
- (3) **遮断器**：系統の短絡電流を遮断する能力が必要である。

問 73

(2)

〔解説〕 差動継電器は、発電機等の内部故障検出に使用される。通常、同相の入出力電流の総和が零となるが、内部故障の際は零とならないことを検出するものである。また、周波数の過不足で動作するのは周波数継電器である。

問 74

(3)

〔解説〕 架空送配電線路、変電所内母線並びに電気機器等への直撃雷を防止するために架空地線を用いて遮へいを行う

参考：テキスト p.314

問 75

- i) 過負荷継電器
- ii) 短絡保護継電器

〔解説〕 過負荷継電器は、比較的緩慢に起こる過電流によるケーブルの温度上昇を防止し、短絡保護継電器は、瞬間的な過大電流であって、過負荷継電器では防ぎ得ない程の短時間に発生するものを防止できる性格を有する。これら両者相まって完全な過電流保護ができる。このほかに接地継電器なども一部この目的に添うものといえる。

問 76

- i) 過電流継電器

回路に規定値以上の電流が連続して流れた場合に作動する。

- ii) 短絡電流継電器

回路に短絡を生じた場合のように大きな故障電流が流れた場合に直ちに作動する。

- iii) 接地継電器

回路に地気を生じた場合に作動する。

- iv) 低（無）電圧継電器

回路の電圧が規定値以下に下がった場合に作動する。

問 77

(iv)

〔解説〕 一般に電力ヒューズは、交流 1,000 ボルト以上の回路の短絡保護用のものをいっており、他の、(i)、(ii)、(iii) はいずれも、接地電圧、若しくは接地電流検出のための保護装置として使用される。

問 78

(3)

問 79

(3)

〔解説〕 逆力継電器は電力の方向が変わったとき動作する。負荷に接地がおきても電力方向は変わらない。

問 80

(解答例)

(1) 遮へい（直撃雷対策）

(A) 加電部非露出形、屋内形、パッケージ形、ガス又はオイル絶縁の完全密閉形の採用。

(B) 加電部露出の屋外形の電氣的遮へい、架空地線、避雷針による。なお逆閃絡防止のため架空地線、鉄橋等の接地抵抗を少なくする。

(2) 避雷器の設置（直撃雷，及び誘導等対策）

雷サージの進入路となる送配電線路との接続点近く、及び必要により重要機器近くに機器、母線と絶縁協調がとれ、十分な放電容量をもつ避雷器（アレスタ）を設置する。

問 81

(B) (C)

問 82

(3)

参考：テキスト p.314

問 83

(4)

第4章 電気応用—照明、電熱および電池

問 84

照度に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 照度は、光源の強さに比例し、距離の2乗に反比例する。
- (2) 照度は、光源から放射される光のエネルギーを視感度で測ったものである。
- (3) 照度は、照らされる物体の表面の明るさをいう。
- (4) 照射は、単位面積に入射する光束で表される。

(第51回普・電)

問 85

照明に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 光束の単位は、ルーメン(lm)である。
- (2) 照度の単位は、ワット(W)である。
- (3) 光度の単位は、カンデラ(cd)である。
- (4) 照度は、面が光源に対し直角のとき、光源の強さに比例し、距離の二乗に反比例する。

(第55回普・電)

問 86

電気加熱に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 抵抗加熱は、導体に電流を流して発生するジュール熱を利用する。
- (2) レーザ加熱は、局所的な急速加熱ができるので金属の切断にも利用する。
- (3) 誘電加熱は、高周波電界を作用させた導体のヒステリシス損による熱を利用する。
- (4) アーク加熱は、抵抗による加熱より簡単に高温が得られる。

(第53回普・電)

問 87

電気加熱について2つの方法をあげ、それぞれについて簡単に説明せよ。

(第54回上・電)

問 88

無負荷の状態では端子電圧が 12V の電池がある。負荷を接続して電流を 25A 流したところ、端子電圧が 10.75V となった。この電池の内部抵抗を次のうちから選べ。

- (1) 0.05Ω (2) 0.125Ω (3) 1.24Ω (4) 2.08Ω

(第 52 回普・電)

問 89

鉛蓄電池を充電するときに発生するガスを次のうちから選べ。

- (1) 水素 (2) 塩素 (3) 酸素 (4) 窒素

(第 53 回普・電)

問 90

電池に関する記述のうち、誤っているものを次の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 鉛蓄電池は充放電を繰り返して使用できる二次電池である。
- (2) 太陽電池は化学作用で電気エネルギーを発生する。
- (3) ニッケルカドミウム電池は保守が簡単で堅牢である。
- (4) 水銀電池は放電中の電圧変動が極めて少ないが、重負荷には適さない。

(第 54 回普・電)

第4章 解答

問 84

(2)

〔解説〕 光源から放射される光のエネルギーを視感度で測ったものは光束であり、光を光線の束と考え、束の多小により模擬的にエネルギーの大きさを表すものである。

参考：テキスト p.315

問 85

(2)

〔解説〕 照度の単位は、ルクス($lx=lm/m^2$)である。

参考：テキスト p.315

問 86

(3)

〔解説〕 誘電加熱は誘電体(絶縁物)を誘電体損失による熱で加熱する。誘導加熱は交番磁界中の導電体をうず電流、ヒステリシス損による熱で加熱する。

参考：テキスト p.316

問 87

(解答例)

(1) 抵抗加熱

- ・原理：抵抗線に電流を流して発生するジュール熱
- ・用途：電熱器

(2) アーク加熱

- ・原理：アークにより発生する熱
- ・用途：溶接、アーク炉

(3) 誘導加熱

- ・原理：電磁誘導のうず電流で発生するジュール熱
- ・用途：低周波誘導炉、金属の焼入れ

(4) マイクロ波加熱

- ・原理：周波数 300MHz～300GHz の電磁波による分子間摩擦
- ・用途：殺菌、冷凍食品の解凍

(5) 誘電加熱

- ・原理：交变电界中の誘電損。周波数 1MHz から 300MHz の電磁波
- ・用途：電子レンジ

(6) 赤外線加熱

- ・原理：赤外線の電磁波エネルギー

・用途：自動車の塗装仕上げ

(7) ヒートポンプ

・原理：ヒートパイプによる熱の移動

・用途：空調

参考：テキスト p.316

問 88

(1)

〔解説〕無負荷の端子電圧を E 、負荷時の端子電圧を V 、負荷電流を I 、電池内部抵抗を R とすると

$IR = E - V$ の関係がある。

よって $R = (E - V) / I$

$R = (12 - 10.75) \div 25 = 1.25 \div 25 = 0.05\Omega$

参考：テキスト p.317

問 89

(1)

〔解説〕鉛蓄電池は充電の際、+極で水素イオンが発生し一部がガス化する

参考：テキスト p.318

問 90

(2)

〔解説〕太陽電池は半導体に光を当てると起電力を発生する性質を利用したもので、化学電池ではない。

第5章 設備の保守と保安

問 91

受電電圧 6 [kV]、容量 500 [kVA] 程度の受電用変圧器を有する鉱山用自家用電気
工作物がある。使用開始前に行わなければならない試験を 3 つあげよ。

問 92

ケーブルの絶縁耐力試験を直流で行う理由は何か、次のうちから選べ。

- (1) 絶縁耐力は、直流のほうが高い。
- (2) ケーブルの誘導体損失は、直流のほうが小さい。
- (3) 絶縁破壊時の被害は、直流のほうが小さい。
- (4) 試験用電源の容量は、直流のほうが小さくてすむ。

問 93

電気絶縁物の劣化を判定する方法を 2 つあげよ。

問 94

電気設備の異常により発生する火災の火源を 4 つ記せ。

(第 52 回上・電)

問 95

電気系統の故障による火災を防止するための対策に関する次の文中、に適当な言葉を入れよ。

系統に設備した過電流継電器、継電器等により故障を速やかに検出して
で故障回路をする。速やかなで火源の持続を絶つ事が重要である。また架空線路では雷によるを安全に逃がすためにを設備する。

(第 54 回上・電)

問 96

鉱山の電気設備による火災の予防策に関する次の記述のうち、誤っているものを選び。

- (1) 設備増設工事にあたって、使用する電気機器の仕様は絶縁耐力、電流容量等に余裕をもって選択した。
- (2) 過電流継電器、地絡継電器等で回路の異常を検知した場合、直ちに警報を発する設備とした。
- (3) 導体の接続を確実に施工したが、さらに温度上昇を監視するサーモラベルを接続箇所貼った。
- (4) 定期的に電気設備の絶縁測定、保護装置の機能試験を実施している。

(第 53 回普・電)

問 97

電気による火災要因について説明した次の文中、の中に適当な言葉を記入せよ。

- (1) 火災要因として考えられるのは火源とである。火源としては短絡やによる絶縁破壊時の、過電流持続による導体発熱、導体接続部の増加による発熱等により可燃性絶縁物（ゴム、油等）に着火、更に近辺可燃物にすることがある。
- (2) また落雷により油入変圧器が破損したり、不足の油入遮断器で短絡電流を遮断し容器破損等をした場合、飛散した油に着火することもある。なお、電気溶接機のも着火源となる。

(第 53 回上・電)

問 98

電気火災の初期における消火設備として 適当なものを次の組合せのうちから選べ。

- (1) 粉末形（ドライケミカル）消火器と乾燥砂
- (2) 泡沫形消火器と乾燥砂
- (3) 炭酸ガス消火器と酸アルカリ消火器
- (4) 一塩化一臭化メタン消火器と水

問 99

感電によって受ける障害と程度は、人体を通る電流の大きさ、時間、波形およびその通路などによって異なる。その危険電流の限界値は、個人差があるが、普通坑内で使用されている交流が全身を通ったとき、一般に生命が危険とされている限界はどの程度か、次の電流値のうちから適当なものを選び。

- (1) 10mA (2) 100mA (3) 1A (4) 10A

問 100

電気火災の原因と、その対策を述べよ。

(第 29、30、32、34 回上・電)

問 101

感電防止対策を述べよ。

(第 31 回上・電)

問 102

電気品の故障による漏洩電流や迷走電流によって、電気雷管が誤爆する可能性のある電流の値を次の(1)～(4)のうちから選べ。

- (1) 5mA (2) 10mA (3) 30mA (4) 100mA

(第 55 回普・電)

問 103

感電事故について説明した次の文中、の中に当てはまる正しい言葉を入れよ。

- (1) 一般的に、感電による人体の通過電流値がを超えた場合、生命の危険が大となるといわれている。
- (2) 感電事故の原因としては、機器のが劣化し、かつ金属製の外箱がされておらず、このため、通常非充電部であるべき外被が、漏電により充電が持続した状態で、これに人体がした場合があげられる。
- (3) 感電防止対策としては、極力を露出せず、機器を金属外被で覆い、外被のを確実にし、かつ、漏電した場合、速やかに警報遮断するよう、等を設置することが必要である。

(第 51 回上・電)

問 104

電気絶縁物の劣化判定に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 絶縁抵抗による判定
 (2) 耐電圧試験による判定
 (3) 導体抵抗の温度係数による判定
 (4) 誘電正接(tanδ)による判定

(第 51 回普・電)

問 105

感電事故防止対策に関する記述のうち、誤っているものを次の(1)～(4)の内から選べ。

- (1) 電気機器を金属外被で覆いこれを接地する
- (2) 変圧器の高圧側の中性点を接地する
- (3) 漏電したとき警報遮断するよう接地継電器を設置する
- (4) 静電帯電のおきやすい金物を接地する

(第54回普・電)

問 106

電気作業員の感電事故を防止する対策について説明した次の文中、の中に適当な言葉を入れよ。

- (1) 停電作業の際は、事前に (イ) で停電を確認、導体部の (ロ) を行う。
- (2) 停電作業中誤って電源スイッチの投入がされないよう制御スイッチの (ハ) を行い、作業中の (ニ) を掲げる。
- (3) また (ホ) 作業は極力回避することが望ましいが、実施の場合は、絶縁台、手袋、靴等の (ヘ) が必要である。

(第55回上・電)

第5章 解答

問 91

- (1) 絶縁試験
 - (イ) 絶縁抵抗測定
 - (ロ) 絶縁耐力試験
- (2) 主変圧器温度上昇試験
- (3) 各種保護装置の機能試験

問 92

(4)

〔解説〕 ケーブルの静電容量は、架空線に比べ 20～25 倍程度に達するのが普通で、交流を印加した場合、多量の充電電流が流れる。すなわち、試験用電源の非常に大きなものが必要である。

問 93

1. 絶縁抵抗による判定
 2. 耐電圧試験による判定
 3. 誘電正接 ($\tan\delta$) による判定
 4. 漏えい電流の測定による判定
 5. EI デテクタ (オシロスコープ) による判定
 6. 吸収及び残留現象による判定
- 以上のうちから 2 つあげればよい。

問 94

下記の内から 4 つを記せばよい

1. 電線の損傷による短絡、地絡、切断、引抜などによる火花。
2. 接続端子などの締め付けゆるみにより発生する火花または高熱。
3. 過電流による機器、配線などの過熱または焼損。
4. 絶縁劣化、絶縁破壊による過熱または焼損。
5. 設備の故障、破損などによる過熱、火花、焼損。
6. 破損白熱電球のフィラメントの高熱。
7. 過熱などにより絶縁材料より発生した可燃性ガスに着火。
8. 人為的な誤った工事による焼損、火花。

参考：テキスト p.323

問 95

- (イ) 地絡 (ロ) 遮断機 (ハ) 遮断 (ニ) 異常電圧
(ホ) 避雷器

参考：テキスト p.323

問 96

(2)

〔解説〕 重要な保護継電器が異常を検知して動作した場合は、遮断器を動作させて速やかに故障回路を遮断できる設備とする。

参考：テキスト p.323

問 97

- (イ) 可燃物 (ロ) 地絡 (ハ) アーク (ニ) 接触抵抗
(ホ) 延焼 (ヘ) 遮断容量

参考：テキスト p.323

問 98

(1)

〔解説〕 電気火災用として導電性のものは不適。水、酸アルカリ、泡沫はすべて導電性。一塩化一臭化メタンは CB 消火器ともいわれ、ほかに四塩化炭素消火器があるがこれは不導電性である。

問 99

(2)

参考：テキスト p.324

問 100

テキスト p.323 参照

問 101

テキスト p.324 参照

問 102

(4)

〔解説〕 発破器では、数アンペア以上の電流を流して短時間で電気雷管へ着火する。しかし電流が小さくても長時間通電した場合は着火に至ることもある。誤爆の可能性のある電流値に関しては、一般的に 250mA を 30 秒間通電しても起爆しない仕様であるが、迷走電流などが長時間流れた場合には 100mA 程度で起爆する可能性がある。

参考：テキスト p.323

問 103

- (イ) 50mA (ロ) 絶縁 (ハ) 接地(アース) (ニ) 接触
(ホ) 加(充)電部 (ヘ) 漏電遮断器(接地継電器)

参考：テキスト p.324

問 104

(3)

問 105

(2)

〔解説〕 高圧が低圧と混触するおそれがある場合に、低圧電路の保護のため変圧器の低圧側の中性点または 300V 以下の場合はその 1 端子に接地する。

問 106

- (イ) 検電器 (ロ) 接地 (ハ) 施錠(ロック) (ニ) 警標(札)
(ホ) 活線 (ヘ) 絶縁チェック(耐電圧試験)