

鉄道設計技士試験

平成 27 年度

専門試験 I（鉄道電気） 問題

公益財団法人鉄道総合技術研究所
鉄道技術推進センター
鉄道設計技士試験事務局

問 1

次の文章は、電磁環境について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

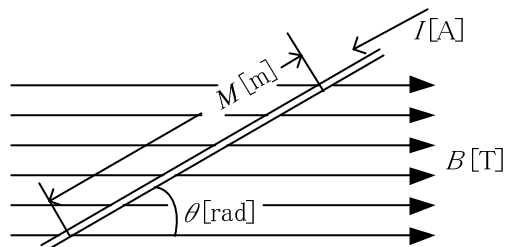
- (1) ある環境に置かれた装置が、他のいかなるものに対しても電磁的な妨害を与えず、かつ、その外部から電磁的な(①)を受けずに満足に動作できる能力を(②)という。
- (2) 電磁妨害波を発生する装置と被害を受ける装置とが電磁的に結合する形態には、電磁妨害波が(③)を伝搬して被害側に到達する(④)のものと、空間を伝搬する(⑤)のものがある。

語群： ア 放射性、 イ 負荷、 ウ 突発性、 エ EMI、 オ 機動性、
カ 導波管、 キ 波動性、 ク EMC、 ケ 圧力、 コ 絶縁体、
サ 攪拌性、 シ 導体、 ス 影響、 セ 伝導性、 ソ EMS

問 2

次の文章は、電気理論について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

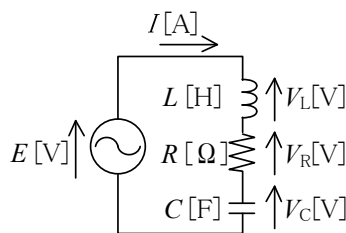
- ① 平行導線の間には働く力は、両線の電流の向きが同じであれば反発力となる。
- ② 下の図のように磁束密度 B [T]の磁界中に、電流 I [A]が流れている直線導体を磁界と θ [rad]の角度で置くと、磁界中の長さ M [m]の導体部分に働く電磁力 F [N]は $F = BIM \cos\theta$ で表される。
- ③ コンデンサの静電容量が一定のとき、コンデンサに蓄えられる電気エネルギーは、コンデンサにある電荷量に比例する。
- ④ $R-L-C$ 直列回路で共振すると、回路の電流は最小になる。
- ⑤ n 線式回路の電力は、 $(n-1)$ 個の電力計で計測できる。この定理をブロンデルの定理という。



問 3

次の文章は、交流回路について述べたものである。()の中に入れるべき適切な数式を解答欄に記入しなさい。なお、交流回路における各部の電圧、電流はすべて正弦的に、角周波数 ω [rad/s] で変化しているものとする。また、 j を虚数単位とする。

- (1) 下の図の回路において、コイル L [H] の両端に発生する電圧 V_L [V] は、回路に流れる電流 I [A] を用いて (①) [V] と表される。
- (2) 下の図の回路において、キャパシタ C [F] の両端に発生する電圧 V_C [V] は、回路に流れる電流 I [A] を用いて (②) [V] と表される。
- (3) 下の図の回路の合成インピーダンス Z [Ω] は、(③) [Ω] である。
- (4) 下の図の回路における電圧 E [V] と電流 I [A] の位相差を θ [rad] とすると、合成インピーダンス Z [Ω] は、三角関数を用いて $Z = |Z|(④) + j|Z|(⑤)$ [Ω] と表せる。



問 4

次の文章は、変圧器について述べたものである。()の中に入れるべき適切な数式を解答欄に記入しなさい。

- (1) 図 1 に示す理想二巻線変圧器において、二次側電圧 V_2 [V] を一次側電圧 V_1 [V] と一次巻線の巻数 N_1 、二次巻線の巻数 N_2 を用いて表すと、 $V_2 = (①) \times V_1$ [V] となる。
- (2) 図 1 において、励磁電流が無視できるほど小さい場合、二次側電流 I_2 [A] を一次側電流 I_1 [A] と N_1 、 N_2 を用いて表すと、 $I_2 = (②) \times I_1$ [A] となる。
- (3) 図 1 において、二次側のインピーダンス Z_2 [Ω] を一次側に換算したインピーダンス Z_1 [Ω] は、 Z_2 と N_1 、 N_2 を用いて表すと $Z_1 = (③) \times Z_2$ [Ω] となる。
- (4) 図 2 に示す理想単巻変圧器において、二次側電圧 V_2 [V] を一次側電圧 V_1 [V] と直列巻線 (a-b 間) の巻数 N_a および分路巻線 (b-c 間) の巻数 N_b を用いて表すと、 $V_2 = (④) \times V_1$ [V] となる。
- (5) 図 2 において、励磁電流が無視できるほど小さい場合、二次側電流 I_2 [A] を一次側電流 I_1 [A] と N_a 、 N_b を用いて表すと、 $I_2 = (⑤) \times I_1$ [A] となる。

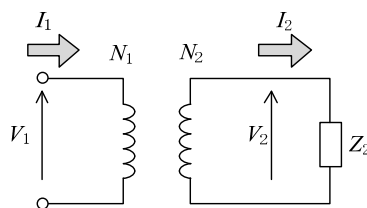


図 1

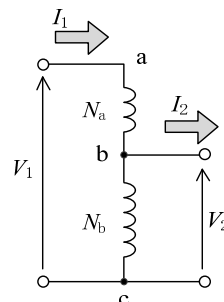


図 2

問5

次の文章は、カテナリ電車線柱の基礎について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) カテナリ電車線柱の基礎は、地震荷重等により地際に大きな(①)モーメントが作用しても電車線柱が傾斜、倒壊しない(②)モーメントを持つ必要がある。カテナリ電車線柱の基礎は、一般的に碎石基礎、コンクリート基礎、座板付基礎および砂基礎に分けられる。
- (2) コンクリート基礎は、電車線柱周囲をコンクリートで固めた基礎で、碎石基礎に比べ(②)モーメントを大きくできるので、多く使われている。周囲のコンクリートと電車線柱の間に(③)を注入して固定するものもある。
- (3) 座板付基礎は、電車線柱に溶接接続された座板を(④)で固定する基礎で、コンクリート基礎と同様に多く使われている。
- (4) 砂基礎は、(⑤)を減衰させるため電車線柱のまわりに砂を詰めた構造で、電車線柱の折損を防止する機能を持っている。

問6

次の文章は、パンタグラフの揚力について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① パンタグラフの揚力は、一般にパンタグラフが受ける風速の3乗に比例する。
- ② パンタグラフの揚力が過剰に大きいと、トロリ線のひずみ量が増大したり、トロリ線の押上量が増加し架線金具のストッパ当たりが発生する可能性がある。
- ③ 下向きの揚力が発生しても、平均的な接触力はパンタグラフの静押上力以下にはならない。
- ④ シングルアーム形パンタグラフでは、走行方向(なびき、反なびき)により揚力特性が異なることがある。
- ⑤ 一般にトンネル突入時にパンタグラフが受ける最大風速は、列車速度より高くなり、パンタグラフの揚力も大きくなりやすい。

問7

次の文章は、トロリ線について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句または数値が入るものとする。

- (1) トロリ線に電流が流れると、(①)熱により温度が上昇する。
- (2) トロリ線が過剰に温度上昇すると、引張強さ等の機械的特性が低下する。そのため、通常の硬銅トロリ線の温度は(②)[°C]以下と定められている。
- (3) トロリ線の局部的なくせに起因した局部摩耗を軽減するため、ドラムに巻く際の向きを(③)向きとした(③)巻きトロリ線が使用されている。
- (4) トロリ線が摩耗すると(④)が大きくなり、同じ通電電流でも摩耗前と比較して温度が上昇する。
- (5) トロリ線の支持・保持のための金具の把持部に広く用いられている材質は(⑤)である。

問 8

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準等における電車線の絶縁区分について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。

電車線には、異常時におけるき電停止区間の限定や保守作業等のための区分を設ける必要があるが、(①)による事故を防止するため、区分してはならない箇所が次のように定められている。

- (a) 電気機関車又は電車が常時(②)する区域
- (b) 場内信号機、出発信号機又は閉そく信号機の(③)へその信号機から走行する列車の電氣的に接続する(④)間の距離のうち最大のものに(⑤)メートルを加えた距離以内の区域

問 9

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」およびその解釈基準における変電所について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 変電所及び配電所の特別高圧又は高圧の交流側電路には、変成機器を保護する(①)装置を設けること。
- (2) 列車の運転の用に供する変成機器の容量は、予想される(②)に耐えるものでなければならない。
- (3) 被監視変電所には、監視人が(③)する監視所を有すること。
- (4) 被監視変電所建物は、耐火構造又は(④)構造のものであること。
- (5) 変電所のき電側に設ける(①)器は、運転電流と(⑤)とを選択できる機能を有すること。

語群： ア 手動遮断、イ 常駐、ウ 過負荷、エ 待機、オ 事故電流、
カ 定格、キ 防火、ク 断路、ケ 計測電流、コ 定常電流、
サ 負荷、シ 耐震、ス 自動遮断、セ 勤務、ソ 耐炎

問 10

次の文章は、中性点接地方式について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 送電電圧が高い場合には、中性点の接地を行わない非接地方式とすることができる。
- ② 抵抗接地方式では、100～1000[Ω]程度の抵抗を通じて中性点を接地して地絡電流を抑制する。
- ③ 消弧リアクトル接地方式では、送電線の対地静電容量と共振させるため鉄心リアクトルで中性点を接地して地絡時のアークを自動的に消滅させる。
- ④ 直接接地方式では、変圧器の中性点を直接接地するが、地絡時の健全相の電圧は大きくなる。
- ⑤ 一線地絡時の中性点電流の概ねの値は、相電圧を中性点インピーダンスで割ることで求めることができる。

問 11

次の文章は、直流き電方式について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 直流電気鉄道では、き電回路の末端等を除き、複数の変電所から電気車に電力を供給する(①)き電方式が標準的に用いられている。この方式では、き電回路で故障が発生した場合に、故障区間のき電を確実に停止する目的で(②)遮断装置が用いられる。
- (2) 変電所から方面別に異なる回線でき電する(③)形き電方式では、変電所近傍の電車線にセクションを設けて各回線を分離している。
- (3) 方面別に分離せず、同じ回線でき電する(④)形き電方式では、変電所近傍のセクションが不要となるが、故障が発生した場合に最寄りの(③)形き電方式の変電所まで(②)遮断を行う必要がある。
- (4) 上り線と下り線を同じ回線でき電する(⑤)き電方式では、電圧降下や回生失効の改善効果が期待される。

問 12

次の文章は、電気鉄道における電食について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。なお、解答の数値に小数第2位以下がある場合は、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで解答しなさい。

- (1) 電気鉄道には直流方式と交流方式があるが、電食は特に(①)方式で問題となる。
- (2) 地中埋設物において、電流の流入点と流出点を比べると、電食が問題になるのは主に電流の(②)点である。
- (3) 電食対策としては、レール対地電圧平均値の減少、レール対地漏れ(③)の増加等の方法を考慮する必要がある。
- (4) 鉄の電気化学当量を $0.3[\text{mg}/\text{C}]$ とすると、 $1[\text{mA}]$ の電流が1年間流れることによる鉄の電食量は(④) $[\text{g}]$ である。
- (5) 地中埋設物の排流法には、直接排流法、選択排流法、(⑤)排流法の3種類がある。ただし、直接排流法は「電気設備に関する技術基準を定める省令」で禁止されている。

問 13

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」およびその解釈基準における鉄道信号の現示装置等について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 鉄道信号の現示装置及び表示装置の構造、現示又は表示の方法並びに施設方法は、(①)を与えるおそれのないものでなければならない。
- (2) 係員に対して、物の位置、方向、条件等を表示するものを(②)という。
- (3) 場内信号機、出発信号機及び閉そく信号機において、停止信号及び警戒信号を現示するものは、(③)式に分類される。
- (4) (④)の灯と場内信号機の最下位灯との中心間隔は、600 ミリメートル以上とすること。
- (5) (⑤)は、その主体の信号機に進行信号を現示する以前に進行信号を、主体の信号機に警戒信号又は注意信号を現示する以前に減速信号を現示しないこと。

語群： ア 誤解、イ 誘導信号機、ウ 混乱、エ 常置信号機、オ 二位色灯、カ 信号、キ 入換信号機、ク 誤認、ケ 三位色灯、コ 遠方信号機、サ 二位灯列、シ 合図、ス 通過信号機、セ 標識、ソ 中継信号機

問 14

次の文章は、信頼性評価について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 時刻 t における信頼度 $R(t)$ と不信頼度 $F(t)$ との関係は、 $F(t) = 1 + R(t)$ である。
- ② 平均故障間隔(MTBF)は、故障率を λ とすると、 $MTBF = 1/\lambda$ である。
- ③ 要求される機能を遂行できないダウン状態にある時間の平均値を、平均修復時間(MTTR)という。
- ④ アベイラビリティは、信頼度と保全度の両方を含む修理系の安全性の評価尺度である。
- ⑤ 故障率を λ 、修理率を μ とすると、単一系のアベイラビリティ A は、 $A = \lambda / (\lambda + \mu)$ である。

問 15

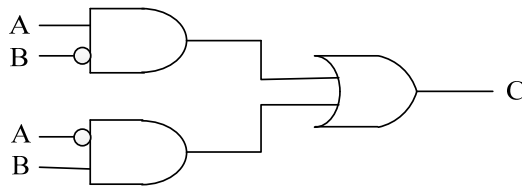
次の文章は、論理回路について述べたものである。()の中に入れるべき適切な数値を解答欄に記入しなさい。

- (1) 論理回路では数値演算を行うために、数を電気信号で表現しなければならないことから 2 進法が用いられる。10 進法の 13 を 2 進法で表すと(①)である。
- (2) 表 1 は 3 入力 NOR 回路の真理値表の一部を示したものである。表中における出力 I および II はそれぞれ(②)と(③)である。

表 1

入力			出力
0	1	0	I
1	1	1	II

- (3) 次の図および表 2 は 2 入力 EOR(排他的論理和)の回路構成と真理値表の一部を示したものである。表中における出力 III および IV はそれぞれ(④)と(⑤)である。



図

表 2

入力		出力
A	B	C
0	1	III
1	1	IV

問 16

次の文章は、転てつ装置について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句を解答欄に記入しなさい。

- ① スイッチアジャスタは、電気転てつ機から伝達されるストロークを、ポイントストロークに変えてトングレールを基本レールに密着させるものである。
- ② 分岐器は、ポイント部、ロック部、クロッシング部から構成される。
- ③ 発条転てつ機は、ばねの力で常時は一方向に開通しているが、対向で通過する車両は、車輪のフランジでトングレールを割り出し、通過後はばねの力により自動的に復帰するので、どちらからも進入が可能である。
- ④ 転てつ器の方向について、本線または側線と、安全側線とを分岐する転てつ器は、安全側線の方向を反位方向とする。
- ⑤ トングレールに圧力を加えないで所定の部分が一樣に基本レールに接している状態を接着という。

問 17

次の文章は、電波法(昭和 25 年法律第 131 号)における用語の定義と免許を要しない無線局について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句または数値を解答欄に記入しなさい。

- ① 「電波」とは、300 万ギガヘルツ以下の周波数の電磁波をいう。
- ② 「無線設備」とは、無線電信、無線電話その他電波を送り、又は受けるための電气的設備をいう。
- ③ 「無線局」とは、無線設備及び無線設備の操作を行う者の総体をいう。
- ④ 「簡易無線局」は、免許を要しない無線局に該当する。
- ⑤ 「PHS の陸上移動局」は、免許を要しない無線局に該当する。

問 18

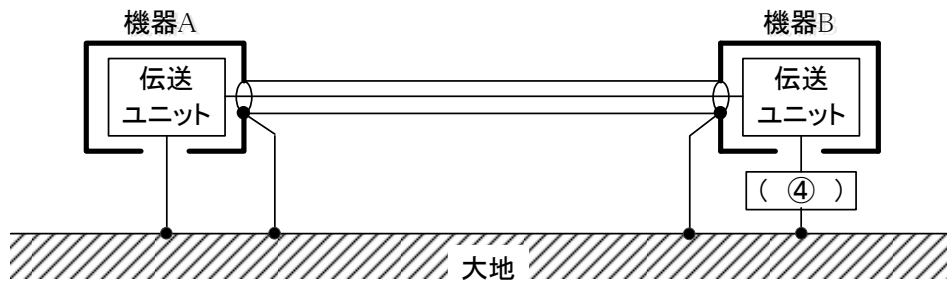
次の文章は、IP ネットワークで使用される機器について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) ネットワーク層での LAN 間接続を行う装置で、データ送信先の IP アドレスまでの最適な送信(①)を自動選択する機能を持つ装置を(②)という。(②)は、複数のネットワーク間の接続に使用される。
- (2) ブリッジとは、リンク層での LAN 間接続を行う装置で、送信先の(③)アドレスが送信元と同じネットワーク内に存在する場合は中継せず、存在しない場合は他のネットワークに中継する機能を持つ。ブリッジの機能を有するポートを複数持つマルチポートブリッジは、一般に(④)ハブと呼ばれる。
- (3) 物理層での LAN 間接続を行う装置で、信号を増幅して伝送距離を延ばす機能を持つハブを(⑤)ハブという。(⑤)ハブは、(④)ハブとは異なり、接続端末数が増えるとコリジョンが増加しパフォーマンスが低下する。

問 19

次の文章は、電気電子機器の接地について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句または数値が入るものとする。

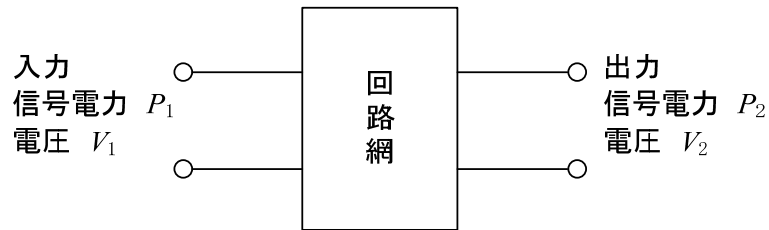
- (1) 電気電子機器の接地には、感電を防止するための保安用接地と、機器の安定稼働を確保するための(①)接地があり、双方の共存を考慮する必要がある。
- (2) 接地の方法は、扱う周波数に依存する。一般に、10[kHz]～数十[kHz]より低い周波数では(②)点接地、高い周波数では(③)点接地が有用とされている。
- (3) 次の図のように 2 つの機器をシールドケーブルで接続し、シールドケーブルの両端を接地している場合、一方の機器を(④)を介して接地することによって、低周波領域と高周波領域の双方で接地効果を得る方法がある。



- (4) 接地線自体が持つインダクタンス成分によって共振現象が発生する場合がある。理論的には、長さが l [m] の接地線は、波長が $\lambda = 4 \times l$ [m] となる周波数で共振して(⑤)と同様の動作をする。このような現象は、(⑤)効果と呼ばれることがある。

問 20

次の文章は、伝送理論について述べたものである。()の中に入れるべき適切な数式または数値を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。



- (1) 上の図に示すような回路網で入力信号電力を P_1 [mW]、出力信号電力を P_2 [mW]とし、損失(減衰量)を L [dB]とする。 L は、電力損失の比として、 P_1 、 P_2 を用いて表すと、 $L = (\text{①})$ [dB]となる。また、電圧 V_1 [V]、 V_2 [V]を用いて表すと、 $L = (\text{②})$ [dB]となる。ただし、入力インピーダンスと出力インピーダンスは等しいものとする。
- (2) ある値の電力 P [mW]を表すのに、基準電力を1[mW]として比較した場合を絶対レベル L_m [dBm]といい、 $L_m = (\text{③})$ [dBm]と表す。ここで、 $P = 1$ [mW]であれば、 $L_m = (\text{④})$ [dBm]となる。
- (3) 一般に通信回線では、600[Ω]を標準インピーダンスとしているので、 L_m が0[dBm]のときの電圧は(⑤) [V]となる。

語群： ア $10 \log_{10}(V_2/V_1)$ 、 イ 1、 ウ 1.29、 エ $10 \log_{10}(P_1/P_2)$ 、 オ $10 \log_{10}(P[\text{mW}]/1[\text{mW}])$ 、
 カ $20 \log_{10}(V_2/V_1)$ 、 キ 0、 ク 0.129、 ケ $20 \log_{10}(P_2/P_1)$ 、 コ $20 \log_{10}(P[\text{mW}]/1[\text{mW}])$ 、
 サ $10 \log_{10}(P_2/P_1)$ 、 シ $20 \log_{10}(1[\text{mW}]/P[\text{mW}])$ 、 ス -1、 セ 0.775、 ソ $10 \log_{10}(V_1/V_2)$

問 21 から問 40 までは選択問題です。

1 群（問 21 から問 30 まで）から 5 問を選択して下さい。

2 群（問 31 から問 40 まで）から 5 問を選択して下さい。

合計 10 問を選択して、青色の解答用紙に選択した問題番号を○で囲み、その欄に解答を記入して下さい。

選択問題 1 群（問 21 から問 30 まで。この中から 5 問を選択して下さい。）

問 21

次の文章は、電車線路支持物の設計について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を下の語群から 1 つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 架空電車線路の支持物を設計する場合の線路直角方向の強度計算の荷重には、水平荷重と垂直荷重がある。水平荷重は、電柱に対して真横から作用する風圧と曲線路による電線類の(①)である。
- (2) 垂直荷重は、電柱が支持するビームや腕金、き電線、配電線、電車線およびその支持物の(②)当たりについて、それぞれの自重と着氷雪の重量である。
- (3) 予想される最大風圧荷重は、「電気設備の技術基準の解釈」の規定によることとし、数種類の荷重に分類している。このうち、(③)風圧荷重とは、台風等の強風時を想定し、風速(④)[m/s]の風があると仮定したときに生じることが想定される風圧荷重である。
- (4) 支持物等の架空電線路の構成材に加わる風圧荷重は、受風体の垂直投影面積に比例し、風速の(⑤)乗に比例する。

語群： ア 引留区間、イ 過張力、ウ 横張力、エ 丙種、オ 平均張力、
カ 一径間、キ 甲種、ク 100[m]、ケ 乙種、コ 0.5、
サ 2、シ 3、ス 30、セ 35、ソ 40

問 22

次の文章は、電車線および電車線金具等について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句または数値を解答欄に記入しなさい。

- ① 固定ビームやトンネルの天井に固定して、可動ブラケットや曲線引装置等を支持するための支持物を腕金という。
- ② トロリ線の偏位は、電車線に作用するパンタグラフ接触力、支持物のたわみ、車両動揺等を考慮して決定する。
- ③ わたり線装置における振止金具のアームは、相対するトロリ線の内側に設けなければならない。
- ④ わたり線装置における曲線引金具(固定ビーム下支持以外)は、それぞれの軌道中心とトロリ線との間隔が 200[mm]から 1200[mm]までの範囲に設けてはならない。ただし、やむを得ない場合は、わたり線装置用の特殊な曲線引金具を使用する等して、傾斜や押し上げられるパンタグラフのホーンの通過に支障しないようにする。
- ⑤ き電ちよう架式架線はき電線にちよう架線を兼用させた架線であり、設備の簡素化等が期待できる。

問 23

次の文章は、変圧器の結線について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を下
の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) Δ - Δ 結線は、3相のうちの1相が故障したとき、健全な2相で運転できる。中性点接地方式を採用
する場合は、別に(①)を必要とする。
- (2) Y - Δ 結線は、一次側と二次側間に(②)変位があるため、系統連系上注意を要する。高電圧から一
般に(③) [kV]以下の低電圧に降圧する場合に用いられる。
- (3) Δ - Y 結線は、(④)調波励磁電流を Δ 回路内で流すことができるため利点がある。
- (4) V - V 結線は、変圧器の(⑤)が低い、電圧の不均衡を生じる、という欠点がある。

語群： ア 電圧、イ 66、ウ 第3、エ 6.6、オ 変換率、
カ 電流、キ 接地変圧器、ク 負荷率、ケ 第5、コ 計器用変圧器、
サ 利用率、シ 保護用変圧器、ス 位相、セ 157、ソ 第7

問 24

次の文章は、単相交流き電設備について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述に
は下線部に入れるべき正しい語句を解答欄に記入しなさい。

- ① 我が国では、電力会社系統における三相不平衡への対策として、スコット結線変圧器、変形ウッドブ
リッジ結線変圧器、ルーフ・デルタ結線変圧器といった三相二相変換変圧器をき電用変圧器として用
いている。
- ② ①の3種類の変圧器の中で、スコット結線変圧器は二次側の電圧を揃えるために昇圧変圧器を必要と
する。
- ③ ①の3種類の変圧器の中で、ルーフ・デルタ結線変圧器は一次側中性点の直接接地が必要な超高压受
電には不向きである。
- ④ 吸上変圧器(BT)の一次側に故障電流のような大電流が流れる場合、BTの吸上効果は減少する。
- ⑤ BT き電方式において、電圧降下対策やセクションアーク対策の目的で、負き電線(NF)に直列リアク
トルを設ける場合がある。

問 25

次の文章は、保護継電器の協調について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句を解答欄に記入しなさい。

- ① 保護協調とは、故障発生時に故障点を早期に検出し、迅速に切り離して健全回路の不要遮断を避ける目的で、複数の保護継電器や遮断器等の間で適正な協調を図ることである。
- ② 図 1 に示す保護継電器の限時特性曲線の中で、反限時を示すのは B である。
- ③ 電源側(上位)と負荷側(下位)の過電流継電器で時限協調を図る場合、下位の限時特性が図 2 の I であれば、上位の限時特性は J のように設定する必要がある。
- ④ 直流き電回路における短絡故障は、直流高速度遮断器(54F) と 電線故障選択継電器(50F) で検出・保護している。
- ⑤ 交流き電回路における短絡故障は、不足電圧継電器(44F) と 交流 Δ/形故障選択継電器(50F) で検出・保護している。

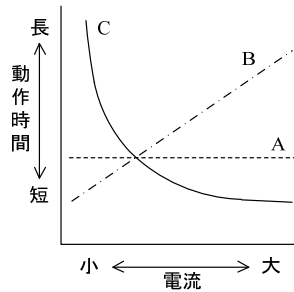


図 1

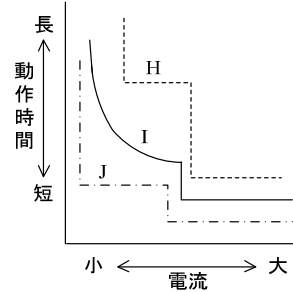


図 2

問 26

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準等における軌道回路について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句を解答欄に記入しなさい。

- ① 短絡感度とは、軌道リレーを用いた閉電路式軌道回路では、軌道リレーの落下接点が構成されたときの最大短絡抵抗値で定義される。
- ② 軌道回路は、列車等の輪軸によるレール間の短絡により列車等を検知するものであること。
- ③ 軌道回路は、隣接する軌道回路の電流、帰線電流等の電流による障害が発生するおそれのないものであること。
- ④ 主信号機の防護区域の始端にある分界点の位置は、当該信号機のクリアランスの位置と一致させるように設けること。ただし、やむを得ない理由のある場合は、別に定められた範囲内の位置に設けることができる。
- ⑤ 軌道回路の分界点は、転てつ器がある場合は、そのトングレールからその転てつ器に付帯する車両接触限界までの範囲及びその前後 3 メートル以内の範囲に設けていないものであること。

問 27

次の文章は、信号システムの基本的な考え方および手法について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 機器が故障した場合でも、その結果としてのシステム全体の動作を安全側に固定させるという考え方をフェールセーフという。
- ② 一部に故障が発生しても、その影響をできる限り小さく抑え、当初のシステムに要求された機能・性能を最大限確保しようという考え方をフォールトアボイダンスという。
- ③ 現在列車が進行中の転てつ機を誤って転換しようと操作したとき、転換ができないように鎖錠しておくという考え方は、フェールセーフである。
- ④ 下の図1および図2は、遠隔地のリレーARを制御条件aRにより動作させる回路を示している。混触による不正動作を防止する観点からは、図2の方が望ましい。
- ⑤ 信号リレーにおいて励磁されていないときに on になる側の接点を定位側で用いることにより、フェールセーフな回路構成とすることができる。

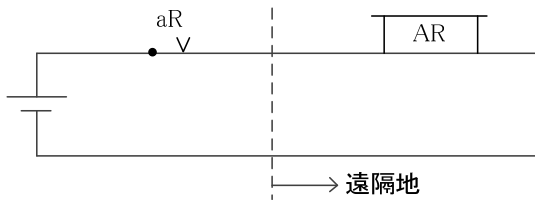


図 1

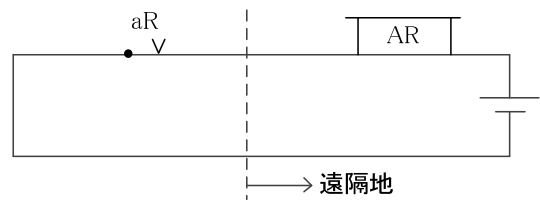


図 2

問 28

次の文章は、通信の品質を示す指標について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 一般に、通信における品質は下の図のように定義される。図において、端末装置間(Aの区間)での品質を(①)と呼び、フレーム損失率や電文到達率、(②)等が指標として使われる。なお、(②)は、端末装置間で単位時間に伝送できるデータ量である。
- (2) 下の図において、モデム間又は回線終端装置間(Bの区間)での品質を(③)と呼び、ビット誤り率やエラーフリー長等の符号誤りの発生する量が指標として使われる。この品質を測定する際には、(④)等の測定器が用いられる。
- (3) 下の図において、伝送路(Cの区間)での品質を(⑤)と呼び、伝搬損失や雑音、群遅延ひずみ等が指標として用いられる。

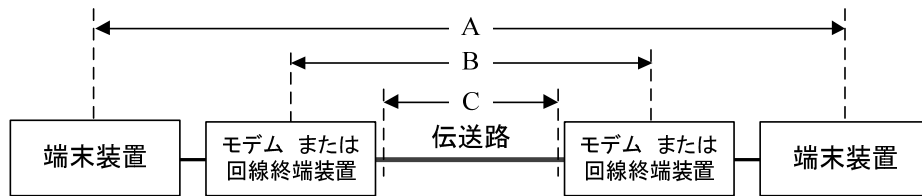


図 品質の定義

語群： ア 伝送品質、 イ プロトコルアナライザ、 ウ パススルー、 エ 伝送遅延時間、
 オ 受信品質、 カ 通信品質、 キ スルーポット、 ク デジタルオシロスコープ、
 ケ 伝搬係数、 コ CINR、 サ 伝送特性、 シ 送信待ち時間、
 ス スペクトラムアナライザ、 セ SNR、 ソ CNR

問 29

次の文章は、無線 LAN や WiMAX 等で利用されている MIMO (Multi Input Multi Output) 方式について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を下の語群から 1 つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) MIMO 方式とは、送信データを複数に分割し、それぞれを独立した信号として複数の送信機から (①) して送信し、複数の受信機で受信した信号を合成することによってデータを復元する伝送方式である。
- (2) MIMO 方式は、送受信機の組数を増やすことにより高い伝送速度を得ることができる通信方式であるが、送信機の数に対して受信機の数を増やすことによって(②)を向上させることができる。
- (3) 2 台の送信機と 2 台の受信機で構成された MIMO 方式では、送受信機間の伝搬パスは 4 通りあり、送受信機が 1 台ずつの場合に対して伝送速度は 2 倍となる。ここで、受信機を 3 台に増やすと、伝搬パスは(③)通り、伝送速度は送受信機が 1 台ずつの場合に対して(④)倍となる。
- (4) MIMO 方式は、マルチパス干渉に対する耐性が強いほか、同一周波数帯内で複数の伝送を行うため(⑤)が極めて高いという特徴がある。

語群： ア 時間軸上で分割、 イ 周波数利用効率、 ウ 送信方向を選択、 エ チャンネル数、
オ 3、 カ 2、 キ 受信品質、 ク 4、 ケ 9、 コ 電波利用料、
サ 周波数分解能、 シ 8、 ス 周波数安定度、 セ 6、 ソ 同時に並行

問 30

次の文章は、ミリ波について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① ミリ波帯では、準マイクロ波帯よりもドップラーシフトが小さい。
- ② ミリ波の電波伝搬上の特徴として、VHF 帯よりも回折性が強いことが挙げられる。
- ③ ミリ波帯の電波は、UHF 帯に比べて降雨による減衰が大きいという特徴がある。
- ④ ミリ波では、広帯域を使った変調が難しく、理論上の最大伝送速度は 100[Mbps]程度が限界である。
- ⑤ ミリ波は波長が短いため、VHF 帯に比べてミリ波装置を構成する部品の小型化が可能である。

選択問題 2 群（問 31 から問 40 まで。この中から 5 問を選択して下さい。）

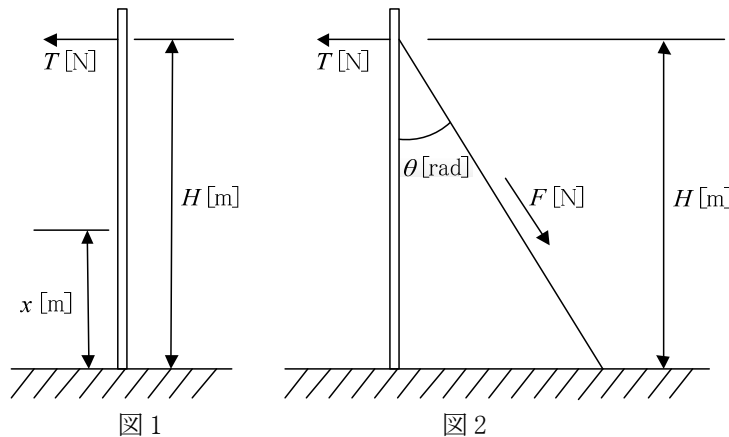
問 31

次の文章は、JIS E 2001(2002)「電車線路用語」における架空電車線設備の用語について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) 駅構内の電車線がその両端にあるセクションによって電氣的に絶縁されている場合、その 2 つのセクションの外方どうしを接続する電気導体のことを(①)き電線という。
- (2) トロリ線とトロリ線とを突き合わせて接続する金具を(②)という。
- (3) トロリ線とトロリ線とを添わせて接続する金具を(③)という。
- (4) わたり線装置におけるトロリ線相互の高低差を制限する金具を(④)という。
- (5) 曲線引金具、振止金具などのアーム端部穴の中心とトロリ線の中心とを結ぶ線と、トロリ線の中心を通る水平線とがなす角度を(⑤)という。

問 32

次の文章は、電車線路の支持物について述べたものである。()の中に入れるべき適切な数値または数式を解答欄に記入しなさい。なお、解答の数値に小数第 1 位以下がある場合は、小数第 1 位を四捨五入して整数で解答しなさい。また、円周率を π とする。



- (1) 図 1 に示す電柱には高さ H [m] のところに T [N] の力が加えられている。このとき電柱の地際におけるモーメントは(①) [N・m] である。また、高さ x [m] の箇所 ($0 < x < H$) におけるモーメントは(②) [N・m] である。
- (2) (1)において、 $H = 5$ [m]、 $T = 50$ [kN] のとき、 $x = 4$ [m] の箇所でのモーメントの値は(③) [kN・m] である。
- (3) 図 1 の電柱の高さ H [m] のところに支線を接続した図 2 の場合を考える。図 2 において、支線の張力 F により電柱にモーメントが加わらない状態としたとき、支線と電柱のなす角度を θ [rad] とすれば、 $F =$ (④) [N] である。
- (4) (3)において、 $H = 5$ [m]、 $T = 50$ [kN]、 $\theta = \pi/6$ [rad] のとき、支線の張力 F の値は(⑤) [kN] である。

問 33

次の文章は、列車走行時の電車線の振動について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数式を解答欄に記入しなさい。

- (1) 低周波数域の現象にのみ着目し、トロリ線を張力 T [N]が作用した線密度 ρ [kg/m]の弦と見なすと、トロリ線の波動伝搬速度 c_t [m/s]は(①)となる。
- (2) 電車線の波動伝搬速度を c_c [m/s]、電車線の径間長を S [m]、支持点の硬さを表す定数を α とすると、電車線の固有振動数 f_0 [Hz]は(②)となる。一方、速度 v [m/s]で走行する列車のパンタグラフから電車線を見た場合、電車線の力学的特性が支持点周期で変動するため、接触力も周波数 $f =$ (③) [Hz]で変動する。そのため、この両者の周波数が一致する条件

$$v = (④) \text{ [m/s]}$$

ではパンタグラフは支持点周期で大きく上下に振動し、離線が発生しやすくなる。この現象を一個パンタグラフの(⑤)という。

問 34

次の文章は、変電所の絶縁について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 変電所の絶縁設計では、(①)の保護能力を十分に活用することを前提とし、遮断器や保護装置の適用によって(②)を抑制し、機器・設備の使用状態を把握して、設備全体の総合的・合理的なバランスを配慮して、(③)を図る。
- (2) 変電所への雷としては、変電所構内への直撃雷と送電線からの侵入雷とがある。直撃雷は雷サージとして最も過酷であり、(①)によっても完全に機器を保護することができないため、(④)を施して直撃雷を遮蔽するとともに、(⑤)を極力低減して、変電所構内の接地電位上昇の抑制と低圧制御回路への誘起電圧の抑制を図る。

問 35

次の文章は、「電気設備に関する技術基準を定める省令」の解釈等における帰線の電位差計算について述べたものである。()の中に入れるべき適切な数式または数値を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一数式または数値が入るものとする。また、解答の数値に小数第1位以下がある場合は、小数第1位を四捨五入して整数で解答しなさい。

- (1) 土壌との間を砂利、枕木等で厚さ 30[cm]以上隔離して施設し、又はこれと同等以上の絶縁性を有するコンクリート道床等の上に施設する直流帰線のレール近接部分が、金属製地中管路と 1[km]以内に接近する場合は、当該部分に通じる 1 年間の平均電流が通じるときに生じる電位差を、軌道のこう長 1[km]につき 2.5[V]以下にするとともに、その区間内のいずれの 2 点間においても (①) [V]以下とする必要がある。
- (2) 図 1 に示すき電区域長が L [km]、帰線の 1[km]当たりの抵抗が r [Ω /km]の直流き電回路において、1 年間の平均電流 i [A/km]が図 2 のように分布して帰線に流れている場合、帰線の電流は漏えいしないものとする、き電区域端から x [km]の地点における電流値は (②) [A]であり、この電流による帰線の微小区間 dx における電圧降下は、 $\Delta V = (②) \times r dx$ [V]となる。
- (3) したがって、き電区域端から変電所までの帰線の電位差 V [V]は、 ΔV を 0[km]から L [km]まで積分して、 $V = (③)$ [V]となる。
- (4) 「電気設備に関する技術基準を定める省令」の解釈では、帰線抵抗 r は、レール 1[m]の質量 W [kg]を用いて単軌道 1[km]当たり (④) [Ω /km]としている。
- (5) (3)および(4)より、 $L = 4$ [km]、 $i = 125$ [A/km]、50kg レールの複線区間における帰線の電位差 V の値は (⑤) [V]となる。

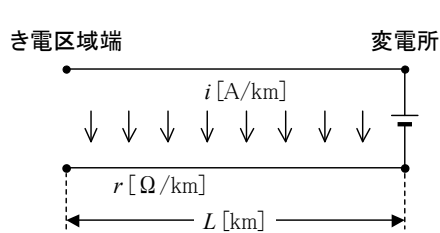


図 1

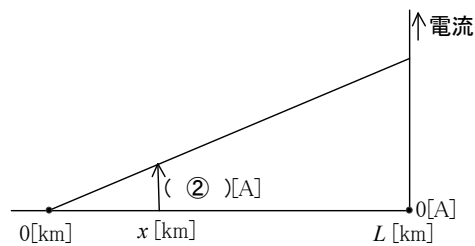
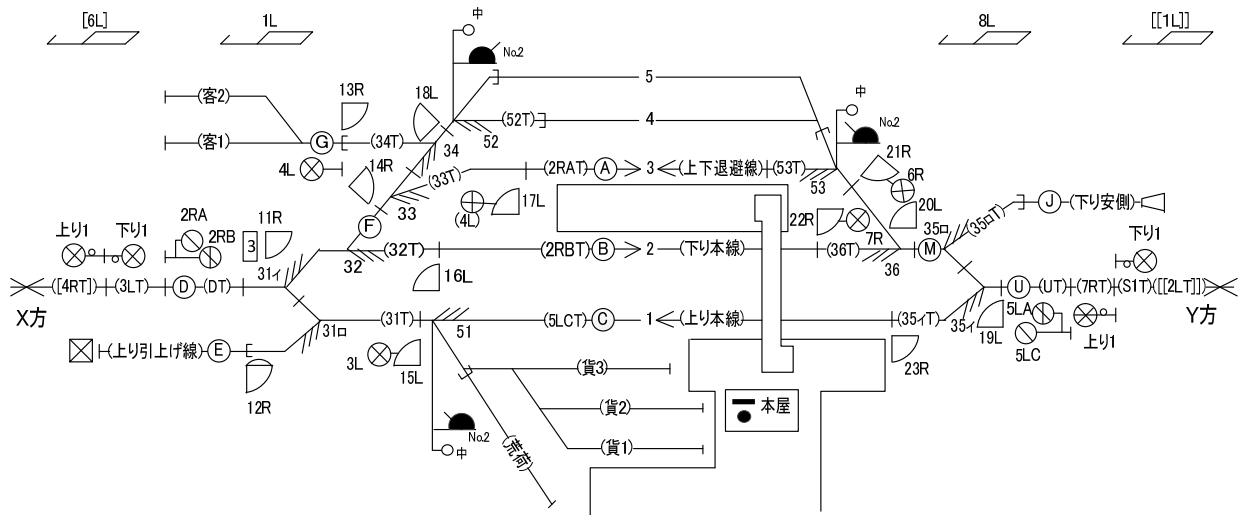


図 2

問 36

次の文章は、連動図表について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。ただし、列車が信号機の進行を指示する信号現示または入換標識の進路の開通を示す表示によりその進路に進入したとき、その進路上の転てつ器を通過し終わった際に、他の進路を構成できる状態となる場合は、関係する転てつ器の鎖錠を解いて順次転換できるものとする。なお、連動図表の空欄には、必要な箇所

〇〇線 〇〇駅連動図表



(第1種電気集電連動装置:進路選別式)

名称	番号	鎖錠	信号制御又はつ查鎖錠	進路鎖錠	接近又は保留鎖錠
A	当駅-X駅	1	L		
	X駅-当駅		R		
	X駅-3番線	A			
場内信号機	同上-下り本線	2R		C	
			B		
出発信号機	上り本線-X方	3L		E	
		同上	4L	D	
入換標識	DT-F点	1F		D	
	同上-下り本線	11R	B		
	同上-上り本線	3C			
同上	上り引上げ線-同上	12R	C		
入換標識	省略				
	上り本線-上り引上げ線	15L	E		
	同上-DT		D		
同上	下り本線-DT	16L	D		
	UT-M点	19L	M		
同上	同上-上り本線		C		
	35口T-上下待避線	20L	A		
同上	35口T-下り本線		B		
転てつ器	(2動)	31			
同上		32			

- (1) 連動図表の名称欄 A に入る名称は、(①)である。
- (2) 連動図表の鎖錠欄 B に入る記号は、(②)である。
- (3) 連動図表の信号制御又はつ查鎖錠欄 C に入る記号は、(③)である。
- (4) 連動図表の信号制御又はつ查鎖錠欄 D に入る記号は、(④)である。
- (5) 連動図表の進路鎖錠欄 E に入る記号は、(⑤)である。

問 37

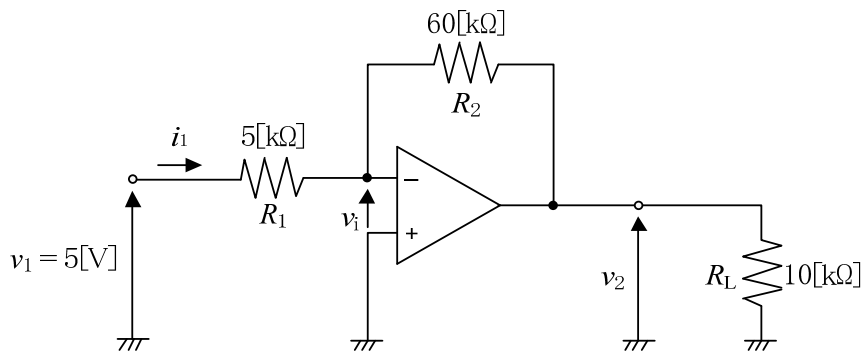
次の文章は、信号設備の雷害対策について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 一般に耐雷トランスにおけるサージ移行率は、1/1000 以下といわれている。この十分小さなサージ移行率を実現するために、耐雷トランスでは、1 次側巻線と 2 次側巻線間の(①)を、2 次側巻線と対地間の(①)に対して、十分(②)なるようにしている。
- (2) 信号機器への直流電源回線等に適用される保安器は、極力、短絡故障を避けることと、雷サージ処理後の自動復位のために、避雷管と(③)の組み合わせで構成されるのが通常である。
- (3) 信号機器が有するフェールセーフ性に影響を与えないようにするため、保安器を適用する際には、信号リレーの接点に対し、(④)に接続してはならない。
- (4) 雷サージにより信号機器の入出力間に発生する電位差をなくすため、入力および出力に取り付けた保安器の接地線を相互に接続することを(⑤)という。

問 38

次の文章は、逆相増幅回路について述べたものである。()の中に入れるべき適切な数値を解答欄に記入しなさい。なお、解答の数値に小数第 1 位以下がある場合は、小数第 1 位を四捨五入して整数で解答しなさい。

- (1) 下の図における v_1 は(①) [V] である。
- (2) 下の図における i_1 は(②) [mA] である。
- (3) 下の図における v_2 は(③) [V] である。
- (4) 下の図における電圧利得は(④) 倍である。
- (5) 下の図における入力インピーダンスは(⑤) [k Ω] である。



問 39

次の文章は、列車無線と無線回線設計について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句または数値が入るものとする。また、解答の数値に小数第2位以下がある場合は、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで解答しなさい。

- (1) 列車無線は、(①)と乗務員との間で安全確保のための通信に使用される通信設備である。列車無線には、電波の伝搬形態により、(②)無線と誘導無線の2種類がある。また、(②)無線は、使用する空中線によってアンテナ方式と(③)方式に分けられ、(③)方式は電波強度が比較的均一で雑音に強い特徴がある。
- (2) 次の表は、列車無線の地上基地局から車上移動局へ送信する際の無線回線設計の一例を示したものである。このとき、車上移動局のアンテナに入力すべき最低所要入力に対してマージン(表中の A) = 10.0[dB]を考慮した場合の許容伝搬損(表中の B)は(④) [dB]である。

地上基地局 送信

送信機出力	1.0[W] 143.0[dB μ V _{emf}]	
分配器損	4.0[dB]	
フィーダー損	3.0[dB]	フィーダーケーブル長 30[m]
アンテナ利得	11.0[dBd]	8素子 八木アンテナ
実効放射	147.0[dB μ V _{emf}]	

車上移動局 受信

最低所要受信機入力	8.0[dB μ V _{emf}]	
共用器損	1.5[dB]	
切替SW損	0.5[dB]	
フィーダー損	2.5[dB]	
アンテナ利得	-1.0[dBd]	
最低所要アンテナ入力	13.5[dB μ V _{emf}]	

許容伝搬損

マージン(A)	10.0[dB]	
所要アンテナ入力	23.5[dB μ V _{emf}]	
許容伝搬損(B)	(④) [dB]	

- (3) 上に示した無線回線設計表では、地上基地局のフィーダーケーブルの長さが 30[m]となっていたが、アンテナを移設するため、フィーダーケーブルの長さを 100 [m]に伸ばしたい。このとき、許容伝搬損(表中の B)は(⑤) [dB]となる。なお、フィーダーケーブルの単位 km 当たりの損失は 100 [dB/km]とする。また、コネクタ等の接続点における損失は無視できるものとする。

問 40

次の文章は、移動体通信の受信技術について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 電波の受信強度が時間的に変化することを(①)という。(①)周波数は、使用する無線周波数が高いほど、また、移動体の速度が(②)いほど高くなる。
- (2) (①)の影響を軽減する技術の 1 つに、ダイバーシチ受信がある。ダイバーシチ受信方式には、十分に距離を離れた 2 本以上の受信アンテナを用いる(③)ダイバーシチや、指向方向が異なる複数の受信アンテナを用いる(④)ダイバーシチ等の方式がある。
- (3) デジタル通信では、ダイバーシチ受信のほか、(⑤)制御技術によって(①)の影響を補償することができる。

鉄道設計技士試験

平成 27 年度

専門試験 I（鉄道電気） 解答例

無断転載を禁じます

平成 27 度 鉄道設計技士試験 専門試験 I (鉄道電気) 解答

- 問 1 ① ス、② ク、③ シ、④ セ、⑤ ア
 問 2 ① ×、② ×、③ ×、④ ×、⑤ ○
 問 3 ① $j\omega LI$ 、② $I/j\omega C$ 、③ $R+j(\omega L-1/\omega C)$ 、④ $\cos\theta$ 、⑤ $\sin\theta$
 問 4 ① N_2/N_1 、② N_1/N_2 、③ $(N_1/N_2)^2$ 、④ $N_b/(N_a+N_b)$ 、⑤ $(N_a+N_b)/N_b$
 問 5 ① 曲げ、② 抵抗、③ モルタル、④ アンカボルト、⑤ 振動
 問 6 ① ×、② ○、③ ×、④ ○、⑤ ○
 問 7 ① ジュール、② 90、③ 横、④ 電気抵抗、⑤ アルミ青銅
 問 8 ① セクションオーバー、② 停車、③ 外方、④ 集電装置、⑤ 50
 問 9 ① ス、② サ、③ イ、④ キ、⑤ オ
 問 10 ① ×、② ○、③ ○、④ ×、⑤ ○
 問 11 ① 並列、② 連絡、③ π 、④ T、⑤ 上下線一括、上下一括
 問 12 ① 直流、② 流出、③ 抵抗、④ 9.5、⑤ 強制
 問 13 ① ク、② セ、③ オ、④ イ、⑤ コ
 問 14 ① ×、② ○、③ ○、④ ×、⑤ ×
 問 15 ① 1101、② 0、③ 0、④ 1、⑤ 0
 問 16 ① ○、② リード部、③ 背向、④ 定位、⑤ ○
 問 17 ① 300 万メガ、② ○、③ ○、④ しない、⑤ ○
 問 18 ① 経路、② ルータ、③ MAC、④ スイッチング、⑤ リピータ
 問 19 ① 機能用、② 1、③ 多、④ キャパシタ、⑤ アンテナ
 問 20 ① サ、② カ、③ オ、④ キ、⑤ セ
 問 21 ① ウ、② カ、③ キ、④ ソ、⑤ サ
 問 22 ① 下束、② 風圧荷重、③ 外側、④ 300、⑤ ○
 問 23 ① キ、② ス、③ イ、④ ウ、⑤ サ
 問 24 ① ○、② 変形ウッドブリッジ結線、③ スコット結線、④ ○、⑤ コンデンサ
 問 25 ① ○、② C、③ H、④ ○、⑤ 距離
 問 26 ① ○、② ○、③ ○、④ 当該信号機の位置、⑤ 前後 2 メートル
 問 27 ① ○、② ×、③ ×、④ ×、⑤ ○
 問 28 ① カ、② キ、③ ア、④ イ、⑤ サ
 問 29 ① ソ、② キ、③ セ、④ カ、⑤ イ
 問 30 ① ×、② ×、③ ○、④ ×、⑤ ○
 問 31 ① バイパス、② スプライサ、③ ダブルイヤー、④ 交差金具、⑤ 引き角度
 問 32 ① TH 、② $T(H-x)$ 、③ 50、④ $T/\sin\theta$ 、⑤ 100
 問 33 ① $\sqrt{T/\rho}$ 、② $\frac{acc}{2S}$ 、③ $\frac{v}{S}$ 、④ $\frac{acc}{2}$ 、⑤ 共振
 問 34 ① 避雷器、② 過電圧、③ 絶縁協調、④ 架空地線、⑤ 接地抵抗
 問 35 ① 15、② ix 、③ $\frac{irL^2}{2}$ 、④ $1/W$ 、⑤ 10
 問 36 ① 方向てこ、② 31,32,2RB,16LD,20LB、③ DT,32T,2RBT,36,35、④ 31,③②、⑤ (31T,32T)(DT)
 問 37 ① 静電容量、② 小さく、③ バリスタ、④ 並列、⑤ 等電位化
 問 38 ① 0、② 1、③ -60、④ -12、⑤ 5
 問 39 ① 運転指令員、② 空間波、③ 漏洩同軸ケーブル、④ 123.5、⑤ 116.5
 問 40 ① フェージング、② 速、③ 空間、④ 角度、⑤ 誤り

(注) 語句記述式問題については、上記以外にも正解のある場合があります。