

鉄道設計技士試験

平成 28 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

無断転載を禁じます

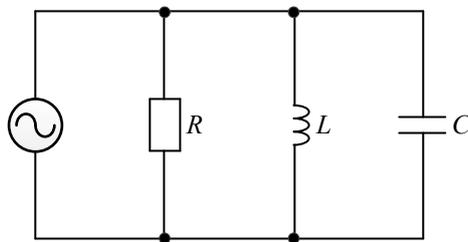


問 1 から問 20 までは必須問題です。受験者全員が解答して下さい。

問 1

次の文章は、交流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、数値または数式を解答欄に記入しなさい。

- ① 交流電源、抵抗、コイルおよびコンデンサを下図のように並列に接続した回路において、コンデンサに流れる電流は電圧に対して位相が 45 度進んでいる。
- ② コイルに交流電源を接続したとき、電源の周波数が低いほど電流は流れやすくなる。
- ③ それぞれの大きさが  $R[\Omega]$ 、 $L[H]$ 、 $C[F]$ となる抵抗、コイル、コンデンサを下図のように並列に接続したとき、この回路の共振周波数  $f$  は  $f=2\pi\sqrt{LC}$  と表される。
- ④ インピーダンスの逆数をサセプタンスという。
- ⑤ 抵抗、コイル、コンデンサを接続した回路の合成インピーダンスが  $Z = |Z|\cos\theta + j|Z|\sin\theta$ 、( $j$  は虚数単位  $\sqrt{-1}$  とする) と表せるとき、虚部  $\text{Im}(Z) = |Z|\sin\theta$  をリアクタンスという。



問 2

次の文章は、コンデンサ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 のように面積  $S[\text{m}^2]$ 、間隔  $d[\text{m}]$  の平行な平板電極間に誘電率  $\epsilon[\text{F/m}]$  の誘電体を挿入した時の静電容量  $C$  は  $C=(\text{①})[\text{F}]$  と表される。
- (2) 静電容量  $C[\text{F}]$  のコンデンサに電圧  $V[\text{V}]$  を加えたとき、コンデンサに蓄えられる電荷  $Q$  は  $Q=(\text{②})[\text{C}]$  と表される。また、このときコンデンサに蓄えられるエネルギー  $W$  は  $W=(\text{③})[\text{J}]$  と表される。
- (3) 静電容量  $C_1$  と静電容量  $C_2$  のコンデンサが並列に接続されたときの合成静電容量は  $(\text{④})[\text{F}]$  と表される。
- (4) 図 2 のように面積  $S_1[\text{m}^2]$ 、間隔  $d[\text{m}]$  の平行電極部に誘電率  $\epsilon_1[\text{F/m}]$  の誘電体を、面積  $S_2[\text{m}^2]$ 、間隔  $d[\text{m}]$  の平行電極部に誘電率  $\epsilon_2[\text{F/m}]$  の誘電体を挿入した構造となっているコンデンサの静電容量は  $(\text{⑤})[\text{F}]$  と表される。

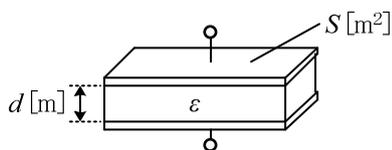


図 1

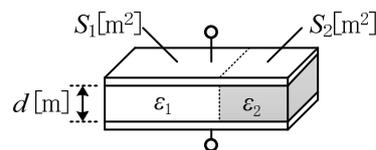


図 2

### 問3

次の文章は、単一の伝送媒体に複数の通信回線を収容する多重化の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) FDM は、各通信回線の信号が使用する( ① )帯域を互いに重ならないように加え合わせて送信し、受信側ではフィルタなどを用いて希望の信号を取出す多重化方式である。
- (2) TDM は、各通信回線の信号を( ② )で区分して加え合わせて送信し、受信側では( ② )の区分により希望の信号を取出す多重化方式である。
- (3) スペクトル拡散技術を用いて、同一周波数帯を使用して同一時刻に行う多重化方式を( ③ )という。
- (4) スペクトル拡散技術には、デジタル符号列により搬送波を変調する( ④ )方式と、搬送周波数を不連続に変化させる( ⑤ )方式とがある。

語群： ア 直交変調、 イ 直接拡散、 ウ 位相、 エ 時間、 オ CDD、 カ CSMA、  
キ 間接拡散、 ク 周波数ホッピング、 ケ 周波数、 コ 周波数ジャミング、  
サ 周波数ステップング、 シ CDM、 ス 電圧、 セ 空間、 ソ Wi-Fi

### 問4

次の文章は、LED(発光ダイオード)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 LED は順方向電圧を印加することで、伝導帯の電子が価電子帯に移動し、正孔と結びつくことにより発光する。
- ② LED の発光波長は発光部の材質の持つ静電容量によって決まる。
- ③ 白色光を得る方法の一つとして、紫外線を発光するLED と紫外線が当たると緑・赤・青の3色に発光する蛍光体を組み合わせて使用する方法がある。
- ④ LED は、白熱電球に比べ長寿命である。
- ⑤ LED は、白熱電球に比べると応答性が悪いといった課題がある。

### 問5

次の文章は、配電線の雷害対策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 逆フラッシュオーバとは、架空地線や鉄塔に雷撃があった際に接地抵抗が高いと、架空地線や鉄塔の電圧が上がって配電線に対して放電してしまうことをいう。
- ② 配電線における避雷器は、直撃雷による逆フラッシュオーバ対策を主目的としている。
- ③ 雷サージに対するサージ抑制率は、避雷器の施設点から離れるに従って次第に大きくなる。
- ④ 架空地線は、直撃雷に対して雷電流を架空地線の接地を通して大地に流入させ、異常電圧の低減を図る。
- ⑤ 架空地線を多条化すると、誘導雷の遮へい効果が低減する。

## 問 6

次の文章は、電車線の設備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。

- (1) 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準等において、シンプルカテナリ式の架空単線式の電車線の偏いは、集電装置にパンタグラフを使用する区間においては、レール面に垂直の軌道中心面から( ① )mm 以内(新幹線を除く。)とされている。これは、パンタグラフすり板の有効幅と車両の( ② )に伴うパンタグラフ摺動傾斜を考慮して定められたものである。
- (2) 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準等において、直接ちよう架式を除く架空単線式の電車線のこう配は、列車が 50km/h を超える速度で走行する区間にちよう架する場合は、( ③ )‰以下(新幹線および側線を除く。)とされている。
- (3) ツインシンプルカテナリ式電車線の力行区間においては、並列する 2 本のトロリ線に働く力は互いに( ④ )方向となる。これはフレミングの( ⑤ )の法則による。

## 問 7

次の文章は、がいし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。

電車線路用がいしは、一般的に電車線の支持・引留には( ① )が、可動ブラケットなどには( ② )が使用され、( ① )の取付け金具は、一般的にアイ形、( ③ )形などの種類がある。がいしの汚損対策としては、( ④ )設計、がいしの洗浄、( ⑤ )の塗布があげられる。

語群： ア クレビス、 イ 塩、 ウ 相間スパーサ、 エ シリコンコンパウンド、 オ 玉がいし、  
カ ラインポストがいし、 キ ブッシング、 ク 親水性、 ケ 塗料、 コ エックス、  
サ フート、 シ メカニカルヒューズ、 ス 長幹がいし、 セ 懸垂がいし、 ソ 過絶縁

## 問 8

次の文章は、電車線の特性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) 電気車において高速運転をする場合には、電車線の特性を表す( ① )速度を高めることが必要となる。電車線の長さを一定とした場合、( ① )速度の 2 乗は電車線の( ② )に比例する。
- (2) 電気車の走行速度が( ① )速度と比較し( ③ )場合には安定した集電を確保できる。
- (3) 電気車の高速運転には、電気車のパンタグラフの慣性質量が( ④ )こと、複数のパンタグラフが搭載されている場合は、高速定常走行速度で多数パンタグラフの( ⑤ )が生じないように間隔でパンタグラフを設置することが望ましい。

### 問 9

次の文章は、電気鉄道用変電所の設備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 受電設備において、線間短絡事故は、過電圧継電器により検出する。
- ② 直流き電用変電所にあつては、き電用の半導体整流器において、器体の温度上昇に対する保護装置は不要である。
- ③ き電設備において、避雷器は遮断器の外線側に設置する。
- ④ 機械器具配置は、安全性が向上する場合においても工事施行認可申請書に添付した配置図と異なってはならない。
- ⑤ 電気設備の接地抵抗値は工事施行認可申請書の記載事項ではないが、竣工時の検査は必要である。

### 問 10

次の文章は、酸化亜鉛形避雷器の特徴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) 微小電流から大電流サージ領域まで優れた( ① )を示し、放電の際は大電流を通過させて端子電圧を( ② )する。
- (2) ( ③ )を増やすことにより、吸収エネルギーの増加を図ることができる。
- (3) ( ④ )がないため、サージに対する応答特性がよい。
- (4) ( ⑤ )がほとんど流れないので、多重雷などに対する動作責務に余裕がある。

語群： ア 制限、イ 拡大、ウ 直線抵抗特性、エ 非直線抵抗特性、オ 一定の通電特性、カ S 状ホーン、キ 直列素子、ク 並列素子、ケ 直列ギャップ、コ 並列ギャップ、サ 続流、シ 雷サージ電流、ス 開閉サージ電流、セ 遮断、ソ 直列抵抗

問 11

次の文章は、電線路から発生する磁界の作用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。

図1に示す中心間隔0.2[m]で平行に敷設された無限長の直線導体PとQに、大きさが $I$  [A] (実効値) で位相差が180度の交流電流が流れている。ビオ・サバールの法則より、電流によって各電線路から $r$  [m]離れた点に生じる磁束密度 $B$  [T]の大きさが $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$  で表されるものとし、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  [H/m]とする。なお、導体の太さは無視できるものとする。

- (1) 図1において各導体の電流の向きを矢印の方向とした場合、Pから発生する磁界の向きは( ① )の方向であり、Pから発生する磁界によってQに作用する力の向きは( ② )の向きとなる。なお、①には図1中のイ、ロの中から、②には図1中のハ～ヘの中から適切な記号を選択しなさい。
- (2) 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準において、電車線等から発生する( ③ )周波数の磁界は、解釈基準に定めた測定手法により求めた磁束密度の測定値(実効値)が( ④ ) [ $\mu$  T]以下とすることとされている。
- (3) 図2において各導体から水平方向に0.1[m]、垂直方向に0.1[m]離れた点Rにおける磁束密度を( ④ ) [ $\mu$  T]以下とするためには、電流 $I$ を( ⑤ ) [A]以下とする必要がある。

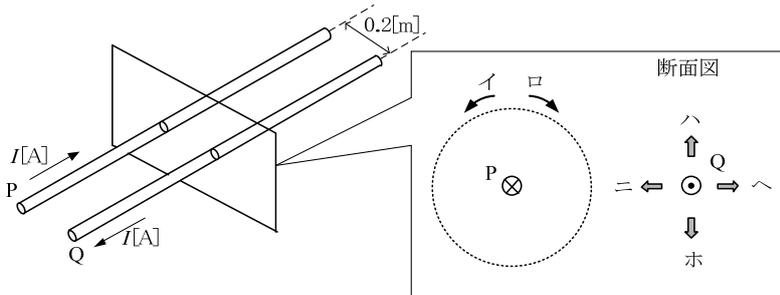


図 1

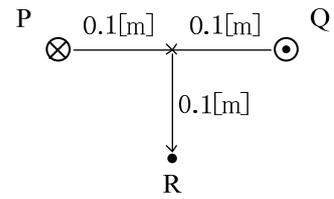


図 2

問 12

次の表は、パワー半導体デバイスについて表したものである。( )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。

機能	名称	図記号
制御不可	( ① )	
オン制御可	逆阻止3端子( ② )	
オンオフ制御可	GTO( ② )	
	バイポーラ パワートランジスタ	
	パワーMOSFET	
	( ③ )	

### 問 13

次の文章は、踏切保安装置における列車検知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) 連続式踏切制御方式では、使用周波数やチャンネルを変えることで信号用軌道回路に重畳して使用しやすい( ① )が一般的に用いられる。
- (2) 点制御式踏切制御方式では、フェールセーフ性の観点から終止点に( ② )の踏切制御子が設置される。
- (3) 点制御式踏切制御方式で使用される踏切制御子は( ③ )の一種である。
- (4) 踏切制御子はレール踏面の浮錆、落葉などによる短絡不良が発生することがある。このため車軸短絡によらず、車上から( ④ )を受けて動作する列車検知方式である( ⑤ )を併用する場合が増えている。

語群： ア 閉電路式、 イ 無絶縁軌道回路、 ウ 列車無線、 エ AF 軌道回路、  
オ 交差誘導線式、 カ 直流軌道回路、 キ 有絶縁軌道回路、 ク 開電路式、  
ケ ループ式、 コ ATS 常時発振信号、 サ 車軸検知装置、 シ LF 軌道回路、  
ス 踏切バックアップ装置、 セ 速度情報、 ソ 単軌条軌道回路

### 問 14

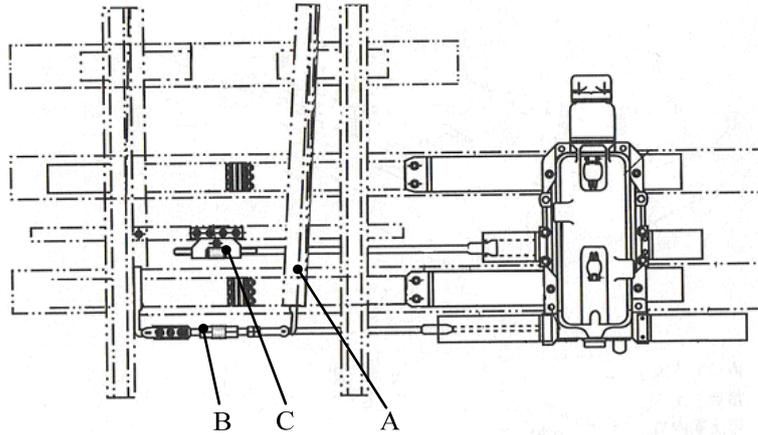
次の文章は、信号用電源について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 信号用電源は、その重要性から高信頼、無停電などが望まれる。
- ② 自動閉そく式軌道回路に商用周波数または分倍周二元形軌道リレーを使用する場合は、送電側電源と受電側電源を別の電源にしても問題はない。
- ③ 車内信号によるATC線区では、一般的に駅などの機器室に電子連動装置やATC送受信器が集中設備されており、機器室間ではATC軌道回路への電源供給は必要ない。
- ④ 信号機器および回路は、電源も含め接地しなければならない。
- ⑤ 運転上重要な設備である保安通信設備の電源は信号用電源から供給される。

問 15

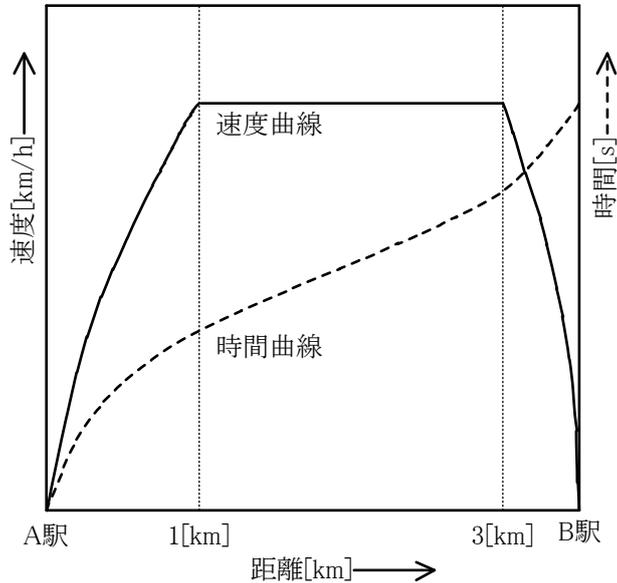
次の文章は、転てつ器について述べたものである。( )の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の( )には同一語句が入るものとする。

- (1) 下図の各部位の名称は、Aが( ① )、Bが( ② )、Cが( ③ )である。
- (2) 転てつ器の( ① )を定位開通状態から反位開通状態へ、またはその逆に移動させることを転換といい、( ① )が動かないように保持することを( ④ )という。
- (3) 基本レールに、( ① )が一定の圧力を持って接している状態を( ⑤ )という。



問 16

次の文章は、下図に示す A 駅と B 駅間の運転曲線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、制動開始時の空走時間は考えないものとする。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) 列車は、A 駅から一定加速度  $2[\text{km}/\text{h}/\text{s}]$  で加速し、 $1[\text{km}]$  の地点で惰行運転に入る。惰行運転開始時の列車の速度は( ① ) $[\text{km}/\text{h}]$  である。
- (2)  $1[\text{km}]$  の地点から  $3[\text{km}]$  の地点まで惰行中、列車は一定速度を保って走行しており、惰行中の時間経過は( ② ) $[\text{s}]$  である。
- (3)  $3[\text{km}]$  の地点で、B 駅に入駅するために制動をかける。停止までの減速度は  $4[\text{km}/\text{h}/\text{s}]$  で一定であり、制動開始から停止までの時間は( ③ ) $[\text{s}]$  である。
- (4) A 駅出発から B 駅到着までにかかった時間は( ④ ) $[\text{s}]$  である。
- (5) A 駅と B 駅間の距離は( ⑤ ) $[\text{km}]$  である。

問 17

次の文章は、正弦波と異なる波形の交流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) 正弦波と異なる交流波形の実効値は、直流分、各( ① )成分および( ② )成分の実効値の( ③ )に等しい。( ① )ひずみ率は、交流量の( ② )成分または基準( ② )成分の実効値に対する、( ① )含有量の実効値の比である。
- (2) 正弦波と異なる交流波形の波高率は、実効値に対する( ④ )の比である。
- (3) 正弦波と異なる交流波形の波形率は、( ⑤ )に対する実効値の比である。

### 問 18

次の文章は、JIS Q 27002(2014)「情報技術—セキュリティ技術—情報セキュリティ管理策の実践のための規範」に挙げられている望ましい管理策の一例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 情報処理施設に接続する電源ケーブル及び通信回線は、可能な場合には、空中に架設する。
- ② 情報処理装置は、環境上の脅威及び災害からのリスク並びに認可されていないアクセスの機会を低減するように設置し、保護することが望ましい。
- ③ ケーブル間の干渉を防止するために、電源ケーブルは、通信ケーブルから隔離する。
- ④ 大規模なネットワークのセキュリティを管理する一つの方法として、幾つかのネットワーク領域に分割する方法があるが、この場合は各領域の境界を明確に定めて各領域間のアクセスをゲートウェイ等によって制御することが望ましい。
- ⑤ 特権的なアクセス権をもつ利用者(例えば、管理者、監督者)の利用者 ID は、通常業務用に割り当てられている利用者 ID と同一であることが望ましい。

### 問 19

列車無線には、電波の伝搬形態により、空間波無線と誘導無線の2種類がある。また、空間波無線はアンテナ型と漏洩同軸ケーブル型に分けられる。以下の文章は、それぞれの列車無線の特徴について述べたものである。空間波無線(アンテナ型)を A、空間波無線(漏洩同軸ケーブル型)を B、誘導無線を C としたとき、以下の特徴がどの種類の列車無線の方式に最も当てはまるものかを A、B、C の記号で解答欄に記入しなさい。ただし、空間波無線の周波数は VHF 帯・UHF 帯を使用するものとする。

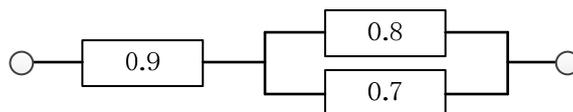
- (1) 受信する電波の強度が比較的安定しており、相互変調や干渉、電波雑音に強い。・・・( ① )
- (2) 電波雑音の影響を受けやすいが、地形、気象の影響や混信が少ない。・・・( ② )
- (3) 周囲の地形、建物が通話品質に与える影響が大きい。・・・( ③ )
- (4) 車上局のアンテナには、ループアンテナが多く使用されている。・・・( ④ )
- (5) グレーディングと呼ばれる方法により、受信レベルを改善することができる。・・・( ⑤ )

### 問 20

次の文章は、システムの信頼度の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値を解答欄に記入しなさい。

下図は、3つの要素で構成されるシステムを示したものである。各要素の信頼度がそれぞれ図中に示す値であるときのシステムの信頼度を計算したい。直列系の信頼度は、それぞれの要素の信頼度の積で求められる。並列系においては、それぞれの要素が同時に故障していないときを考えればよい。よって、下図のシステムの信頼度は、次式により求められる。

$$( \text{ ① } ) \times \{ ( \text{ ② } ) - ( 1 - ( \text{ ③ } ) ) ( 1 - ( \text{ ④ } ) ) \} = ( \text{ ⑤ } )$$



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、電車線の絶縁区分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 変電所前の電車線は、き電セクションにより起点・終点方向に必ず区分しなければならない。
- ② 電車線は、断線または感電を防止するため、電気機関車または電車が常時停車する区域において区分してはならないが、障害を生じさせない措置としてデッドセクションを設けた場合は区分することができる。
- ③ 列車がセクションオーバー状態にあることを検知する列車停止検知方式には、軌道回路と通過時間により検知する方法がある。この方法はトロリ線が溶断しても復旧しやすい明り区間で採用されている。
- ④ FRPセクションは硬点となるため、高速区間に向かない。
- ⑤ 交流電化区間から直流電化区間に入る電車線を接続するデッドセクションの長さは、セクション進入時のアーク時間、電気機関車または電車の残留電圧の減衰時間、パンタグラフ間隔、最高速度などによって決まる。

#### 問 22

次の文章は、電車線の計測技術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 トロリ線の摩耗測定は超音波式のセンサでトロリ線のしゅう面幅を測定している。
- ② パンタグラフの舟体上面の高さはカテナリちょう架式のトロリ線の静的な高さと同じ。
- ③ パンタグラフにひずみゲージや加速度計などのセンサを取付ける方式のパンタグラフの接触力測定は、センサ信号を非加電部に電波や光信号で伝送する。
- ④ パンタグラフの接触力変動は速度の増加と共に減少し、離線が発生しやすくなる。
- ⑤ 電車線の高さ、偏位などを測定する検測システムのうちラインセンサカメラの画像を使用するものは、一般的なエリアカメラの画像を使用するよりも空間分解能、時間分解能の点で有利である。

### 問 23

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電気機器等設備の施設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) 電気機器、配電盤その他これに類する設備は、( ① )及び火災のおそれのないように施設しなければならない。
- (2) ( ② )変圧器き電方式の( ② )変圧器(変電所に設けるものを除く。)を人家に接近して施設する場合は、( ③ )及び消火設備を設けること。変電所等の油入機器は、延焼防止のため( ③ )を設けるか又は他の機器から十分隔離すること。
- (3) ( ② )変圧器き電方式の( ② )変圧器(変電所に設けるものを除く。)は、容量が2,000 キロボルトアンペアを超える場合は、( ④ )を設けること。
- (4) 電線路の( ⑤ )には、地絡障害、短絡障害等から電線路及び電気機器を保護するため故障電流を安全に遮断できる遮断器、ヒューズ等の保護装置を設けること。

語群： ア 開閉器、イ 区分上必要な箇所、ウ 混触、エ 放圧弁、オ 絶縁破壊、  
カ 吸上、キ 単巻、ク 過電流継電器、ケ 電力量計、コ 保安上必要な箇所、  
サ 隔壁、シ 線条、ス 責任分界点、セ 感電、ソ 油流出防止装置

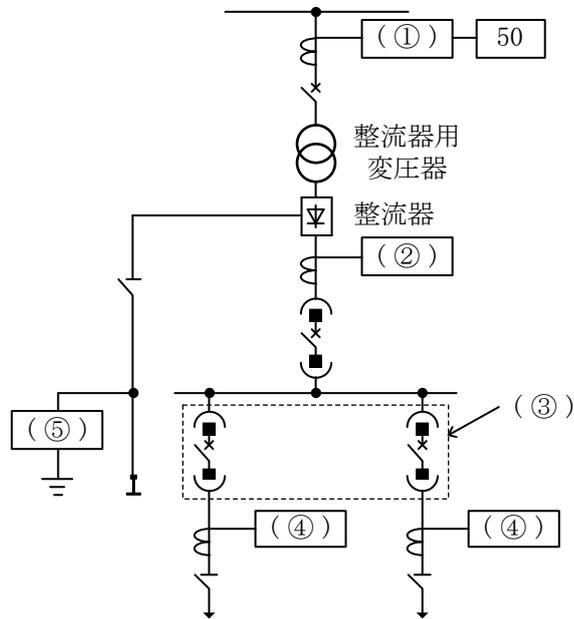
### 問 24

次の文章は、高压配電線路の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 抵抗接地方式は、単相2線式、三相3線式のいずれの配電線路にも適用可能である。
- ② 非接地方式は、交流電車線路から配電線路への静電誘導の影響を軽減することが可能である。
- ③ 非接地方式は、配電線路が樹木接触などによって一時的に1線地絡状態となっても送電を継続することができる。
- ④ 抵抗接地方式は、非接地方式よりも1線地絡時の故障電流が大きく、地絡保護が比較的容易である。
- ⑤ 三相3線式の配電線路において、1線地絡時の健全相の対地電圧上昇は、非接地方式よりも抵抗接地方式の方が大きくなる。

問 25

下図は、直流き電用変電所の保護装置について示したものである。( )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。



- 語群： ア 交流不足電圧継電器 27、イ 逆流継電器 32、ウ 距離継電器 44F、  
エ 逆相継電器 47、オ ΔI 形故障選択装置 50F、カ 交流過電流継電器 51、  
キ 交流遮断器 52F、ク き電用直流高速度遮断器 54F、ケ 交流過電圧継電器 59F、  
コ 地絡過電圧継電器 64P、サ 流れ継電器 69、シ 短絡用遮断器 73、  
ス 直流過電流継電器 76、セ 交流再閉路継電器 79、ソ 直流不足電圧継電器 80

## 問 26

次の文章は、ATS 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) ATS は、動作原理によって、点制御式と( ① )に大きく分類される。
- (2) ATS の重要な機能の一つである過走防護は、単線区間の列車交換駅、都市近郊線などの( ② )などにおいて必要な機能である。
- (3) 点制御式には、変周式のほか、( ③ )と呼ばれる装置による伝送方式を用いるものもある。( ③ )による方式では、数十ビットの情報の伝送が可能である。
- (4) 変周式 ATS で速度照査する方法としては、地上設備側で速度超過を判定する方法、車上で2つの地上子を通る( ④ )を計測して速度照査する方法、車上で速度発電機などを用いて列車速度を照査する方法などがある。
- (5) ATS の重要な機能の一つである誤出発防止は、出発信号に対応してその外方に地上子などが設けられ、出発信号が停止現示の場合には、万一、出発信号を冒進しても、( ⑤ )までに停止するようになっている。

語群： ア AFO、イ 棒線駅、ウ 連続制御式、エ 位置情報、オ 時間、  
カ 固定制御式、キ ATO、ク 無線制御式、ケ トランスポンダ、コ 距離、  
サ 出発信号の内方7[m]、シ 車両停止標識、ス 連動駅、  
セ 隣接線などとの車両接触限界、ソ 終端駅

## 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 信号システムには高い信頼度が求められるが、システムの高信頼度化の一つの手法であるディレーティングとは、製品や部品の使用条件を定格より低い負荷状態に設定することである。
- ② 信号方式は、進路信号方式と速度信号方式に大別される。進路信号方式は進路の予知が容易である反面、速度に関する情報がないことから運転士が運転線区や停車場構内の配線状態、線路や分岐器の速度制限、線路の有効長、信号機と所属線路などをあらかじめ熟知していることが必要である。
- ③ 信号システムの制御回路では、両線制御によることが基本である。これにより、片線制御では起こり得る混触による誤動作を完全になくすることができる。
- ④ 信号システムでは、配線の途中混触による不正動作を防止するため、電源は条件を与えられる側(被制御側)に設置することが基本である。
- ⑤ 信号システムでは、より確実に誤操作を防ぐために各機器・装置の定位、反位を明確に定めている。例えば、出発信号機などの絶対信号機の現示は「停止」が定位であり、単線区間の転てつ機は安全側線側に開通しているのが定位である。

問 28

次の文章は、移動通信における誤り制御技術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 移動通信においては、伝送誤りが集中して発生するランダム誤りが起こる。
- ② ①の誤りが発生する要因として、基地局から発射された電波がさまざまな経路を通って移動体まで到達することによって起きるマルチパスフェージングがある。
- ③ 伝送路の品質を向上する誤り制御技術の一つに、FEC方式がある。この方式は、誤り訂正符号を付加したデータを送信し、受信側で誤り訂正を行う方式である。
- ④ CRC は、伝送路上で発生する誤りを訂正するために使われる符号の一例である。
- ⑤ リードソロモン符号を誤り訂正符号として使用する際には、伝送する符号の順番を入れ替えるインターリーブを採用することがある。

問 29

次の文章は、電子機器に対する高周波ノイズのシールド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( )には同一語句または数式が入るものとする。

- (1) シールドとは電子回路などの対象物を( ① )などの板で囲うことで周囲からまたは周囲への電磁界を遮蔽することである。
- (2) シールドの効果は一般に、使う材料の( ② )や透磁率、厚みにより左右されるが、通常の電子機器のノイズ対策では、( ③ )などの薄い( ① )でも十分に効果が得られる。
- (3) 電子機器のノイズ対策効果は、材料の仕様だけでなく囲いを形成するときの接続方法による隙間の有無や( ④ )などに左右されることが多い。
- (4) シールドケースに放熱などのために開口部をつくるときは、全体の開口面積の大小よりも個別の開口部の最大長を抑えることが重要である。図1に示すような細長い開口部はスロットアンテナとして働き、波長が $l$ の( ⑤ )となる周波数の電磁波が入りやすくなる可能性がある。そこで、図2のように小さい開口部を複数設ける場合がある。

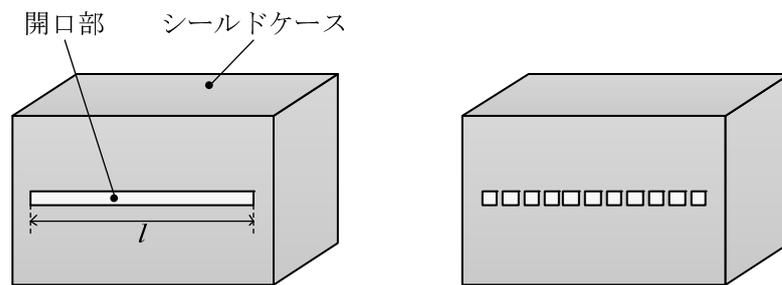


図 1

図 2

語群： ア 紙、 イ ゴム、 ウ 絶縁抵抗、 エ フィルム、 オ 金属、  
カ 合成樹脂、 キ アルミ箔、 ク 絶縁体、 ケ 接触抵抗、 コ 誘電率、  
サ 分極率、 シ 導電率、 ス  $1/n$  倍 ( $n=1, 2, 4$ )、 セ  $n$  乗 ( $n=1, 2, 4$ )、 ソ  $2^n$  倍 ( $n=1, 2, 4$ )

問 30

次の文章は、光通信技術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 通信用の光ファイバのパラメータや構造は国際電気通信連合 (ITU) によって標準化されており、シングルモードの光ファイバケーブルで使用する光の波長として  $1.30[\mu\text{m}]$  と  $1.55[\mu\text{m}]$  が規定されている。
- ② 光ファイバには、多数のモードが伝搬するマルチモードファイバと、単一のモードのみが伝搬するシングルモードファイバがあるが、伝送帯域幅が最も広いのはマルチモードファイバである。
- ③ 光ファイバの心線を接続する方法には、融着接続とコネクタ接続があるが、接続するファイバのコアどうしの軸ずれによる接続損失の増加は融着接続の方が大きい。
- ④ 単心光コネクタの一種である SC コネクタは、プッシュプル型で脱着が容易であり、LAN で多く用いられている。
- ⑤ 光ファイバの損失 (光損) を測定する方法の一つに、後方散乱法と呼ばれる方法があるが、これは光ファイバに光パルスを入射したときにコアで発生するレイリー散乱光を利用して測定する方法である。

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、電車線路設備耐震設計指針・同解説(平成 25 年 3 月)における電車線路設備の耐震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。

- (1) 電車線路設備耐震設計では、電車線柱にとって最も被害が大きくなるような L ( ① )地震動(大地震)に対して電車線路設備の倒壊や、列車走行空間を支障するような有害な損傷が発生しないよう考慮する必要がある。
- (2) 単独柱に電車線などを添架すると電車線柱の固有振動数が( ② )なるため、固有振動数の補正が必要である。
- (3) 高架橋上の電車線柱では、地震動の継続時間が( ③ )場合には、さらに応答が増幅する共振過渡応答の影響を考慮する必要がある。
- (4) 高架橋の地震時の挙動のうち、電車線柱へ影響を及ぼすものとしては水平振動と( ④ )を考慮すればよい。
- (5) 短周期の地震動が卓越する可能性のある地域で、( ⑤ )が 0.3 秒よりも短い土木構造物上に電車線柱を建設する場合、標準応答スペクトルに加えて短周期の卓越した地震動についても考慮する必要がある。

問 32

次の文章は、はりの曲げ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。なお、同一番号の( )には同一語句または数式が入るものとする。

- (1) 図 1 は上部に水平集中荷重が作用する一様な高さ  $L$  [m]の電柱の模式図である。この時、集中荷重  $P$  [N]によって生じる( ① )は図 2 に示す分布となり、電柱の高さ  $h$  [m]におけるその値は( ② ) [Nm]となる。
- (2) 図 3 は風による水平分布荷重  $W$  [N/m]が作用する一様な電柱の模式図である。この時、( ③ )は図 2 に示す分布となり、電柱の高さ  $h$  [m]におけるその値は  $W(L-h)$  [N/m<sup>2</sup>]となる。
- (3) 図 4 に示すように一様な長さ  $L$  [m]のはりに荷重  $P$  [N]が加わったとき、点 A から点 B の間に生じる( ③ )の絶対値は( ④ )、点 B に生じる( ① )の絶対値は( ⑤ )である。ただし、はりの自重は無視し、点 C ははりの長さ方向になめらかに動くことができるものとする。

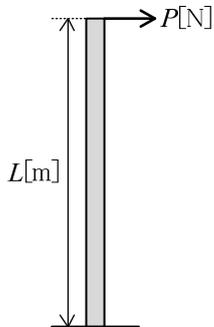


図 1 水平集中荷重が作用する電柱

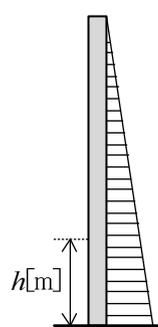


図 2

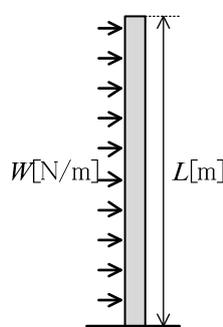


図 3 水平分布荷重が作用する電柱

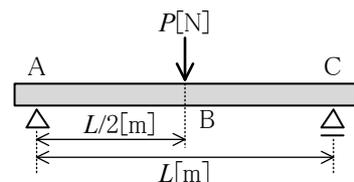


図 4 集中荷重が作用する単純支持ばり

問 33

次の文章は、カテナリちょう架式電車線の曲線路におけるトロリ線のずれ、横張力および垂直分力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。ただし、「ずれ」とは、トロリ線の軌道中心から線路直角方向のずれをいう。

- (1) 図 1 において、曲線半径を  $R$ 、支持点間隔長を  $S$ 、支持点のずれと支持点間隔中央のずれをともに  $d$  とすると、 $d$  は次のように求められる。

$$\overline{OA^2} + \overline{AB^2} = \overline{OB^2} \text{ より、}$$

$$( \text{①} )^2 + \left( \frac{S}{2} \right)^2 = (R+d)^2$$

よって、 $d = ( \text{②} )$

- (2) 図 2 において、トロリ線の横張力を  $P$ 、トロリ線の張力を  $T$ 、曲線半径を  $R$ 、支持点間隔長を  $S$ 、軌道中心線と電車線とのなす角度を  $\theta$  とすると、 $P$  は次のように求められる。

$$P = ( \text{③} ) \times \sin\theta$$

ここで

$$\sin\theta = \frac{( \text{④} )}{R+d} \doteq \frac{S}{2R} \quad R \gg d$$

なので、

$$P = ( \text{⑤} )$$

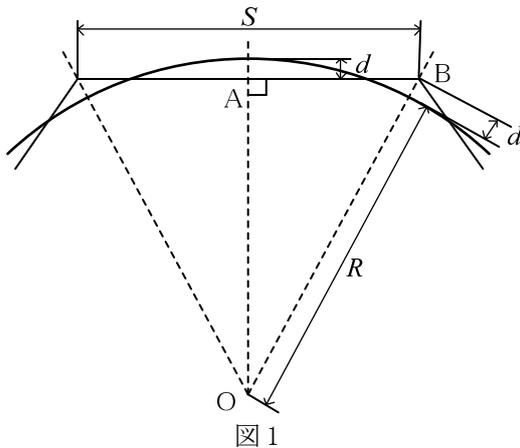


図 1

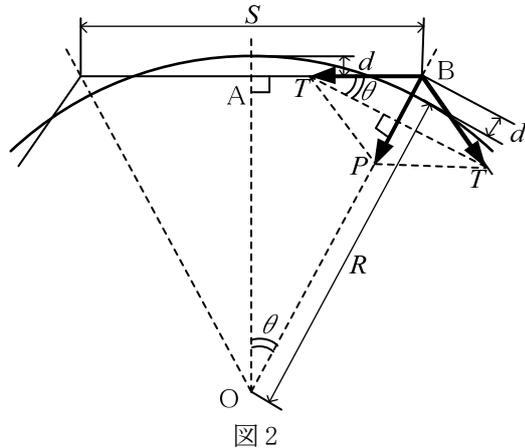


図 2

問 34

次の文章は、鉄道電気設備に用いられる電力用開閉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。

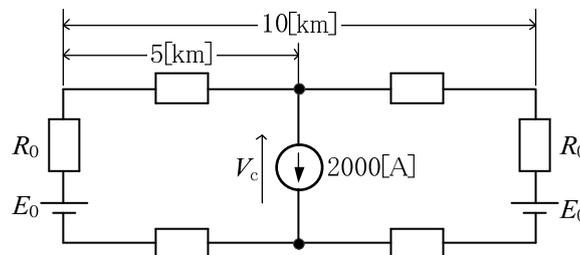
- (1) き電回路で使用される電力用開閉装置のうち( ① )は、遮断器のように負荷電流の開閉をするものではなく、点検時など安全に作業を行うために、あるいは主回路の接続などの電路の切り離しや区分をするために用いられる。
- (2) 直流高速度気中遮断器には、接触子を投入状態に保つ形式として( ② )保持式と、保持電流が不要な( ③ )保持式がある。
- (3) 交流遮断器には、その構造により、油入遮断器、( ④ )遮断器、ガス遮断器などがある。( ④ )遮断器では、電流を遮断する際、接点金属がプラズマ化してバルブ内に拡散する。
- (4) 交流き電回路での故障のうち、がいしせん絡などのアーク故障では、エネルギー源を断てば絶縁を回復することが多いことから、き電用遮断器を 0.5 秒後に高速度( ⑤ )している。

問 35

次の文章は、直流き電回路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値を解答欄に記入しなさい。なお、解答の数値に小数第 4 位以下がある場合は、小数第 4 位を四捨五入して小数第 3 位まで解答しなさい。

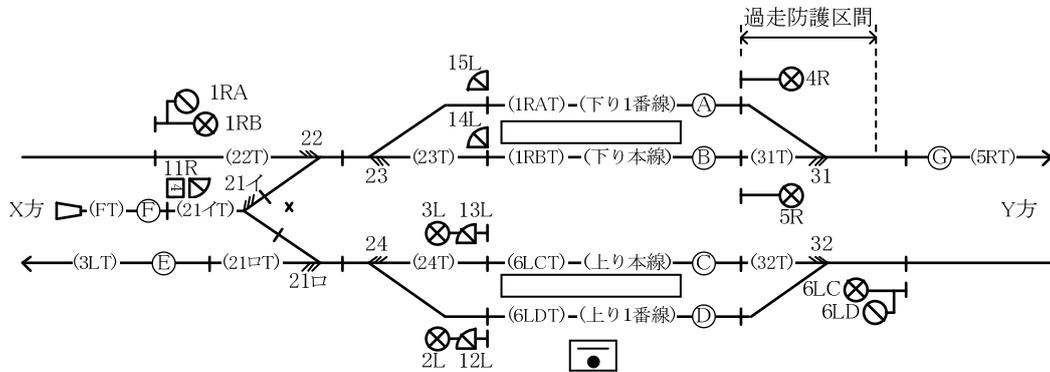
- (1) き電線 Cu325×2 条、トロリ線 GT110×1 条およびちょう架線からなる電車線路の抵抗を下表に示す各線条の並列合成抵抗と見なせる場合、電車線路 1[km]あたりの抵抗は( ① )[Ω/km]となる。ただし、ちょう架線は無視できるものとする。
- (2) 下表に示す 50kgN レールを使用する帰線路について、レールボンドなどによる 10[%]の抵抗増を考慮した単線の帰線路 1[km]あたりの抵抗は( ② )[Ω/km]となる。
- (3) 直流定格電圧 1500[V]、定格容量 6000[kW]、電圧変動率 8[%]のシリコン整流器を直流定電圧源  $E_0$  と等価内部抵抗  $R_0$  の直列回路で表すと、 $E_0=( ③ )$ [V]、 $R_0=( ④ )$ [Ω]となる。
- (4) 下図のように上記の電車線路、帰線路および整流器からなる 10[km]の並列き電回路中間に 2000[A]の電気車負荷(定電流源)がある。電気車への供給電圧(パンタ点電圧)  $V_c$  は( ⑤ )[V]となる。

線種	1 条・1[km]あたりの抵抗値 [Ω/km]
Cu325	0.056
GT110	0.159
50kgN レール	0.032



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、列車または車両が信号機の進行を指示する現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、必要な箇所に所定の記号が記載されているものとして解答しなさい。



名称	番号	鎖錠	信号制御又はてっ査鎖錠	進路鎖錠	接近鎖錠又は保留鎖錠
場内信号機	X方-下り1番線	1R	A		
同上	同上-下り本線		B		
出発信号機	上り1番線-X方	2L	E		
同上	上り本線-同上	3L	E		
同上	下り1番線-Y方	4R	G		
同上	下り本線-同上	5R	G		
場内信号機	Y方-上り本線	6L	C		
同上	同上-上り1番線		D		
入換信号機	FT-下り1番線	11R	A	B	
	同上-下り本線		B		
	同上-上り本線		C	D	
	同上-上り1番線		D	E	
同上	上り1番線-FT	12L	F		
同上	上り本線-同上	13L	F		
同上	下り本線-同上	14L	F		
同上	下り1番線-同上	15L	F		
転てつ器	(2動)	21			
同上		22			
同上		23			
同上		24			
同上		31			
同上		32			

- (1) 連動図表の鎖錠欄 A に入る記号は、( 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てっ査鎖錠欄 C に入る記号は、( ③ )である。
- (4) 連動図表の信号制御又はてっ査鎖錠欄 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

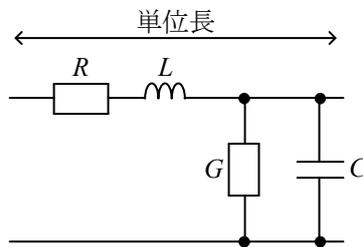
次の文章は、JIS E 3003(2003)「鉄道信号用リレーの性能試験方法」における用語と試験方法について述べたものである。( )の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) 磁気保持形及び3位リレーが正方向に励磁され、動作したときに閉成する接点を( ① )接点という。
- (2) 3位リレーが正方向又は逆方向に励磁され、動作したとき、いずれの場合にも開放する接点を( ② )接点という。
- (3) コイル電流を感動電流以上にして、接点駆動体が正常停止位置まで移動した瞬間のコイル電流を( ③ )という。
- (4) 磁気保持リレーに励磁を加えてから、反対側の接点が接触するまでの時間を( ④ )という。
- (5) 交流軌道リレーの動作特性試験においては、局部側電圧を定格に保ち、位相差を最大回転力率角として( ⑤ )側で電圧を測定する。

問 38

次の文章は、軌道回路定数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) 軌道回路は、通信回路や送電線と同じように、下図の等価回路のような分布定数回路と見なすことができる。軌道回路の場合、下図の  $R$ 、 $L$ 、 $G$ 、 $C$  をそれぞれレール抵抗、レールインダクタンス、( ① )、静電容量という。また、 $\omega$  を角周波数、 $j$  を虚数単位とすると、レールインピーダンス  $Z$  は( ② )、レールの特性インピーダンス  $Z_0$  は( ③ )と表せる。



- (2) レールの伝搬定数  $\gamma$  は、 $\gamma = \alpha + j\beta$  のように複素数で表すことができ、 $\alpha$  を( ④ )定数、 $\beta$  を( ⑤ )定数という。

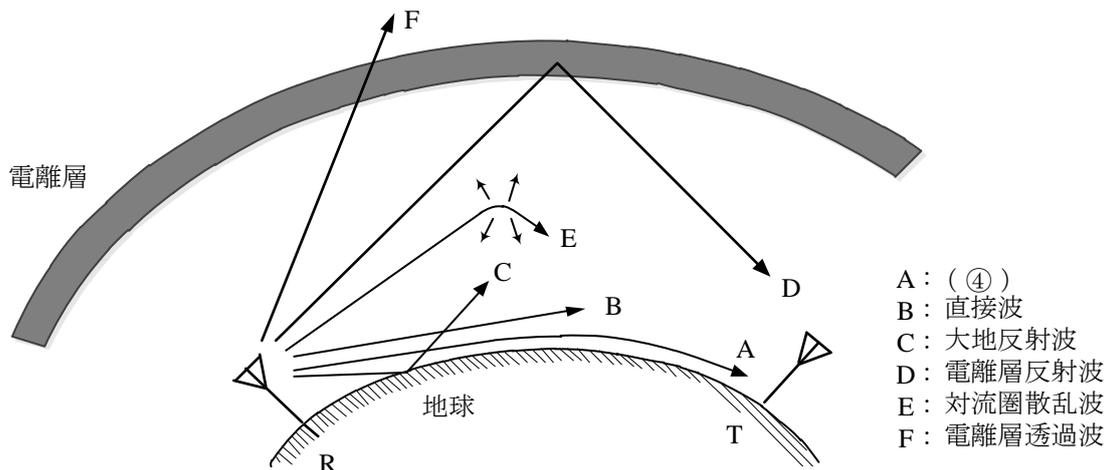
問 39

次の文章は、電波伝搬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) 電波は波動であるため周波数 $f$ あるいは波長 $\lambda$ によって分類され、真空中の光の速度 $c = ( \text{①} ) [m/s]$ との間には $f\lambda = c$ の関係が成り立つ。
- (2) 波長が30 [m]の電波の周波数は( ② ) [Hz]である。
- (3) 電波の伝搬において、送受信アンテナ間の距離を10 [km]、使用周波数を750 [MHz]とした場合の自由空間伝搬損失は( ③ ) [dB]である。ただし、自由空間基本伝搬損失 $L_0$  (真数)は送受信アンテナ間の距離を $d$  [m]、使用電波の波長を $\lambda$  [m]とすると次式で表されるものとする。また、 $\pi^2 \approx 10$  とする。

$$L_0 = \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2$$

- (4) 下図は地球上での電波伝搬の概略を示している。送信点Rから発射された電波は、いろいろな通路を通して受信点Tに到達する。通路Aのように大地の表面に沿って伝搬する電波を( ④ )という。
- (5) VHF帯以上の高周波の電波は、下図の通路Fのように電離層を突き抜けるので( ⑤ )通信に利用できる。



問 40

次の文章は、LAN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) リング型のLANではノードをリング状に接続し、( ① )と呼ばれる送信権を示すパケットを巡回させる。( ① )をもったノードが隣接ノードにデータを送信し、それを順送りに宛先に届ける。
- (2) イーサネットの接続装置には、物理層で動作するリピータとハブ、( ② )層で動作するブリッジとスイッチがある。
- (3) CDMA/CD方式のLANでフレームを送受信するときに、( ② )層で送信元と宛先の特定のために使用されるのは( ③ )である。
- (4) 100BASE-Tとは100Mbpsの伝送速度でベースバンド伝送を行い、伝送媒体に( ④ )を使用するイーサネットである。
- (5) 無線LANの通信形態には( ⑤ )モードとアドホックモードがあるが、企業や家庭などでアクセスポイントを設置して無線LANを導入する場合は( ⑤ )モードが一般的である。

# 鉄道設計技士試験

平成 28 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 28 年度 鉄道設計技士試験 専門試験 I (鉄道電気) 解答

- 問 1 ① 90、② 〇、③  $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 、④ アドミタンス、⑤ 〇
- 問 2 ①  $\frac{\varepsilon S}{d}$ 、②  $CV$ 、③  $\frac{1}{2}CV^2$ 、 $\frac{1}{2}QV$ 、 $\frac{1}{2C}Q^2$ 、④  $C_1+C_2$ 、⑤  $\frac{\varepsilon_1 S_1}{d} + \frac{\varepsilon_2 S_2}{d}$
- 問 3 ① ケ、② エ、③ シ、④ イ、⑤ ク
- 問 4 ① 〇、② ×、③ 〇、④ 〇、⑤ ×
- 問 5 ① 〇、② ×、③ ×、④ 〇、⑤ ×
- 問 6 ① 250、② 動揺、③ 5、④ 引き合う、近づく、くっつく ⑤ 左手
- 問 7 ① セ、② ス、③ ア、④ ソ、⑤ エ
- 問 8 ① 波動伝搬、② 張力、③ 低い、④ 小さい、軽い、⑤ 共振、共振現象
- 問 9 ① ×、② ×、③ 〇、④ 〇、⑤ 〇
- 問 10 ① エ、② ア、③ ク、④ ケ、⑤ サ
- 問 11 ① ロ、② ヘ、③ 商用、④ 200、⑤ 100
- 問 12 ① (整流)ダイオード、② サイリスタ、③ IGBT、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ、  
④ アノード、⑤ エミッタ
- 問 13 ① エ、② ク、③ イ、④ コ、⑤ ス
- 問 14 ① 〇、② ×、③ 〇、④ ×、⑤ ×
- 問 15 ① トングレール、② フロントロッド、③ スイッチアジャスタ、④ 鎖錠、⑤ 密着
- 問 16 ① 120、② 60、③ 30、④ 150、⑤ 3.5
- 問 17 ① 高調波、② 基本波、③ 2乗の和の平方根、④ 最大値、ピーク値、波高値、⑤ 平均値
- 問 18 ① ×、② 〇、③ 〇、④ 〇、⑤ ×
- 問 19 ① B、② C、③ A、④ C、⑤ B
- 問 20 ① 0.9、② 1、③ 0.8、④ 0.7、⑤ 0.846 ※③、④は順不同
- 問 21 ① ×、② 〇、③ ×、④ 〇、⑤ ×
- 問 22 ① ×、② ×、③ 〇、④ ×、⑤ 〇
- 問 23 ① セ、② キ、③ サ、④ ア、⑤ コ
- 問 24 ① 〇、② ×、③ 〇、④ 〇、⑤ ×
- 問 25 ① カ、② イ、③ ク、④ オ、⑤ コ
- 問 26 ① ウ、② ソ、③ ケ、④ オ、⑤ セ
- 問 27 ① 〇、② 〇、③ ×、④ ×、⑤ 〇
- 問 28 ① バースト、② 〇、③ 〇、④ 検出、⑤ 〇
- 問 29 ① オ、② シ、③ キ、④ ケ、⑤ ス
- 問 30 ① 〇、② ×、③ ×、④ 〇、⑤ 〇
- 問 31 ① 2、② 低く、③ 長い、④ ロッキング振動、⑤ 等価固有周期、固有周期
- 問 32 ① 曲げモーメント、②  $P(L-h)$ 、③ せん断力、④  $P/2$ 、⑤  $PL/4$
- 問 33 ①  $(R-d)$ 、②  $S^2/16R$ 、③  $2T$ 、④  $S/2$ 、⑤  $TS/R$
- 問 34 ① 断路器、② 電磁、③ 機械、④ 真空、⑤ 再開路
- 問 35 ① 0.024、② 0.018、③ 1620、④ 0.03、⑤ 1380、1383
- 問 36 ① 22 23 31、② 21 ②③ 15LF、③ 32T 6LCT、④ 21 4T 21 4T 24T 6LCT (22T但し②③)、  
⑤ (21 4T 21 4T) (24T)
- 問 37 ① N、② D、③ 最小動作電流、④ 転換時間、⑤ 軌道
- 問 38 ① 漏れコンダクタンス、コンダクタンス、②  $R+j\omega L$ 、③  $\sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}}$ 、④ 減衰、⑤ 位相

問 39 ①  $3 \times 10^8$ 、299,792,458、299,792,460、299,792,500、299,792,000、299,790,000、299,800,000、  
300,000,000

②  $10 \times 10^6$ 、10M、10,000,000、③ 110、④地表波、⑤衛星

問 40 ① トークン、② データリンク、第 2、③ MAC アドレス、④ ツイストペアケーブル、UTP、  
⑤ インフラストラクチャ

(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。