

# 鉄道設計技士試験

2023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



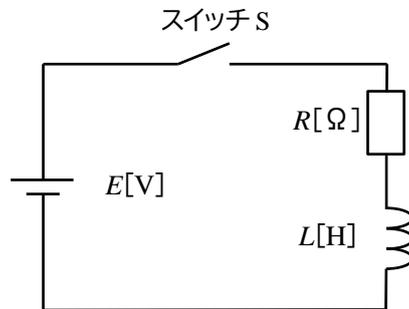
全 30 問中 20 問を選択し解答して下さい。21 問以上解答した場合は、全解答が無効となります。

問 1

次の文章は、LR 回路の過渡応答について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句、数値または数式を下の各語群からそれぞれ 1 つ選びなさい。

下図のような、抵抗  $R[\Omega]$ 、インダクタンス  $L[\text{H}]$  で構成される回路に直流電源  $E[\text{V}]$  を接続する。

- (1) 時間  $t=0[\text{s}]$  でスイッチ  $S$  を閉じた時、 $t=0[\text{s}]$  において回路に流れる電流は ( ① )  $[\text{A}]$  である。
- (2) スイッチ  $S$  を閉じて十分時間が経過し定常状態になった時、回路に流れる電流は ( ② )  $[\text{A}]$  である。
- (3) スイッチ  $S$  を閉じて過渡状態にあるとき、時間  $t[\text{s}]$  において抵抗  $R[\Omega]$  に発生する電圧は ( ③ )  $[\text{V}]$  である。
- (4) この回路の時定数  $\tau[\text{s}]$  は ( ④ )  $[\text{s}]$  である。



語群 : ① ア : 0、イ :  $\frac{L}{R}$ 、ウ :  $\frac{E}{\sqrt{R^2+L^2}}$ 、エ :  $\frac{E}{R}$ 、オ :  $\infty$

② ア : 0、イ :  $\frac{L}{R}$ 、ウ :  $\frac{E}{\sqrt{R^2+L^2}}$ 、エ :  $\frac{E}{R}$ 、オ :  $\infty$

③ ア : 0、イ :  $E \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$ 、ウ :  $E \cdot e^{-\frac{R}{L}t}$ 、エ :  $E \cdot e^{-\frac{1}{LR}t}$ 、オ :  $E$

④ ア : 1、イ :  $\frac{R}{L}$ 、ウ :  $\frac{L}{R}$ 、エ :  $\frac{1}{LR}$ 、オ :  $LR$

問2

次の文章は、コンデンサについて述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句、数値または数式を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

- (1) コンデンサに蓄えられる電荷  $Q$ [C]は、電圧を  $V$ [V]、静電容量を  $C$ [F]とすると次式で表される。  
 $Q =$  ( ① )
- (2) 平行板コンデンサの静電容量  $C$ [F]は、平行板電極の面積を  $S$ [m<sup>2</sup>]、板間距離を  $d$ [m]、極板間を比誘電率  $\epsilon_r$ の絶縁体で満たしたとき、真空の誘電率を  $\epsilon_0$ とすると次式で表される。  
 $C =$  ( ② )
- (3) 図1のように、面積  $S$ [m<sup>2</sup>]の電極板からなる平行板コンデンサがある。この電極板と平行に同じ形の導体平板を図1に示す間隔で挿入し、このコンデンサの両端に120[V]の直流電圧を加えて充電した。このとき、図1中の電圧  $V_0$ [V]の値は、( ③ )である。ただし、電極板間の誘電体の誘電率は同一とし、充電前の初期電荷は0、電極板および導体平板の厚さ並びにこれらの端効果は無視する。

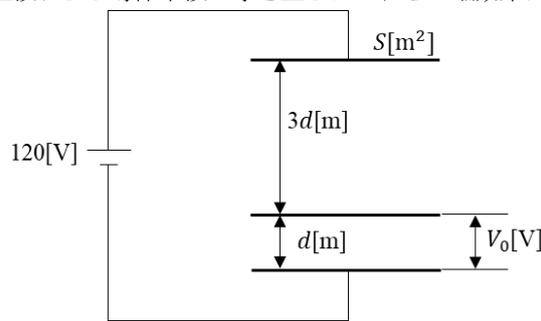


図1

- (4) 図2のように、電極板面積と電極板間隔が同一の2つの平行板コンデンサがあり、コンデンサAの電極間は空気、コンデンサBは固体誘電体(比誘電率  $\epsilon_r=4$ )で満たされている。それぞれ一方の電極に直流電圧  $V$ [V]を加え、他方を接地したとき、コンデンサBの内部電界[V/m]および電極板上に蓄えられた電荷[C]はコンデンサAのそれぞれ何倍になるか。その倍率として、正しい組み合わせは( ④ )である。ただし、空気の比誘電率を1とし、コンデンサの端効果は無視する。

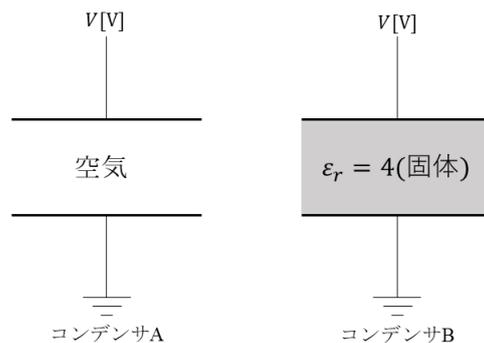


図2

語群：① ア： $\frac{V}{C}$ 、イ： $\frac{C}{V}$ 、ウ： $CV$ 、エ： $CV^2$ 、オ： $\frac{CV^2}{2}$

② ア： $\frac{\epsilon_0 S d}{\epsilon_r}$ 、イ： $\epsilon_0 \epsilon_r \frac{d}{S}$ 、ウ： $\frac{\epsilon_r S}{\epsilon_0 d}$ 、エ： $\epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$ 、オ： $\epsilon_0 \epsilon_r S d$

③ ア：0、イ：15、ウ：30、エ：60、オ：90

④ ア：1倍と4倍、イ：4倍と4倍、ウ： $\frac{1}{4}$ 倍と4倍、エ： $\frac{1}{4}$ 倍と $\frac{1}{4}$ 倍、オ：1倍と1倍

### 問3

次の文章は、電車線のわたり線装置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×を選びなさい。

- ① 本線と側線が交差するわたり線箇所では、側線側に交差金具を取り付ける。
- ② 交差金具は、他方のトロリ線をパイプで抑え込む形になっており、一般的な一段式交差金具ではトロリ線が交差する点における高低差は約40 [mm]となっている。
- ③ わたり線装置における振止金具のアームは、パンタグラフと振止装置との衝撃を防止するため、相対するトロリ線の外側に設けるようにする。
- 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、やむを得ない場合を除きそれぞれの軌道中心とトロリ線との間隔が300 [mm]から1,200 [mm]までの範囲に設けてはならない。

### 問4

次の文章は、電車線路の循環電流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×を選びなさい。

- ① 循環電流の対策には、十分な離隔をとるか電氣的に絶縁する絶縁方式と、完全に接続する均圧方式がある。
- ② 電車線交差箇所では、電車線相互および電車線とハンガ等架線金具の離隔は、250 [mm]を超える離隔を確保する。
- ③ エアジョイント箇所では、平行部分の中央において、ちょう架線相互およびトロリ線とちょう架線を一括して接続する。
- ④ ちょう架線とトロリ線との間はコネクタにより接続するが、一般箇所におけるコネクタの取付間隔は交流区間で125 [m]、直流区間で250 [m]を標準としている。

### 問5

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準における監視所において被監視変電所及び開閉所（以下「被監視変電所等」という。）を監視及び制御する場合の機能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×を選びなさい。

- ① 被監視変電所等が運転中であるか、運転停止中であるかを、監視所において表示する機能を設けること。
- ② 被監視変電所等において手動扱いにより運転し、及び運転を停止することができる機能を設けること。
- ③ 全室外式変電所以外の被監視変電所にあつては、過負荷状態が発生した場合に受電側を自動遮断する機能又は監視所に警報する機能を設けること。
- ④ 被監視変電所等を監視し制御する装置の故障又は異常を検知し、監視所において警報する機能を設けること。

問6

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。正しい記述には○を、誤った記述には×を選びなさい。

- ① 単巻変圧器き電方式の単巻変圧器（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、隔壁及び消火設備を設けること。
- ② 変電所等の油入機器は、延焼防止のため隔壁を設けるか又は他の機器から3[m]以上の距離を確保すること。
- ③ 充電部を露出した開閉器及び配電盤並びに屋外に設ける電気機器は、人が充電部に容易に触れるおそれのないように設けること。
- ④ 600[V]を超え7,000[V]以下の電圧に使用する開閉器、自動遮断器、避雷器その他これらに類する電気機器であって、動作時にアークを生ずるものは1[m]以上（中略）、可燃性物質から離すこと。ただし、不燃性物質で両者の間を隔離した場合は、この限りでない。

問7

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路等の混触による障害の防止について述べたものである。（ ）の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

標準電圧等の異なる電車線を接続する場合は、混触の防止のための措置を講じなければならない。また、混触防止設備は、電車線として必要な機能のほか少なくとも次の(1)～(4)を満足する必要がある。

- (1) 電車線相互間が電氣的に（①）されていること。
- (2) 列車の（②）間の電気回路を介して生じる障害の防止対策がなされていること。
- (3) 直流遊流による（③）に対する障害防止等がなされていること。
- (4) 異区間進入時における車両機器の（④）対策がなされていること。

- 語群：① ア：絶縁、イ：短絡、ウ：均圧、エ：接地、オ：変圧  
② ア：主制御装置、イ：台車、ウ：主電動機、エ：集電装置、オ：補助電源装置  
③ ア：循環電流、イ：配管の電食、ウ：軌道回路等の信号設備、エ：沿線民家のテレビ受信機等、オ：列車無線  
④ ア：電食、イ：地絡、ウ：振動、エ：摩滅、オ：保護

問8

次の文章は、トロリ線の摩耗について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数値を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

- (1) 電氣的摩耗は、( ① ) によるもので、交流区間より直流区間のほうが多い。
- (2) 機械的摩耗は、パンタグラフの( ② ) が大きく、すり板が硬いものほど多く、また列車速度が速いほど少なくなる。
- (3) トロリ線の摩耗限度を算出するための安全率は、経済産業省「電気設備の技術基準の解釈」における、硬銅線または耐熱銅合金線の引張強さに対する安全率に準じて( ③ ) 以上としている。
- (4) トロリ線の接続箇所や曲線引金具などの取付箇所は、他の箇所と比較して電車線の質量が増加している。このような箇所を( ④ ) と呼び、パンタグラフの接触力変動が増加し、摩耗増加の要因となる。

語群：① ア：コロナ放電、イ：アーク放電、ウ：フラッシュオーバー、エ：トラッキング、オ：雷サージ  
② ア：電流容量、イ：電気伝導率、ウ：押上力、エ：折りたたみ高さ、オ：硬点  
③ ア：2.0、イ：2.2、ウ：2.5、エ：3.0、オ：3.2  
④ ア：質点、イ：重点、ウ：交点、エ：硬点、オ：支点

問9

次の文章は、トロリ線とパンタグラフの離線について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一語句が入るものとする。

- (1) 離線は、パンタグラフとトロリ線の( ① ) が0となり、パンタグラフがトロリ線から離れることをいう。
- (2) 離線の評価指標として、( ② ) の総和を走行時間で除した値の百分率を離線率という。
- (3) 許容される離線率の目安値は、集電電流による( ③ ) の観点から設定されている。
- (4) 許容される( ② ) の目安値は、車両の( ④ ) の仕様から設定されている。

語群：① ア：交差角度、イ：相対速度、ウ：接触力、エ：絶縁抵抗、オ：温度差  
② ア：離線回数、イ：離線時間、ウ：離線した距離、エ：離線時の電流値、オ：アーク電気量  
③ ア：がいしの閃絡、イ：ハンガの溶損、ウ：トロリ線の摩耗、エ：すり板の摩耗、オ：主電動機の故障  
④ ア：補助電源装置、イ：主電動機、ウ：すり板寿命、エ：主制御装置、オ：主開閉器

問10

次の文章は、電車線用がいしについて述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一語句が入るものとする。

- (1) 日本国内で用いられる電車線用がいしには、その材質から大きく分けて( ① )製がいしとポリマーがいしがある。
- (2) ( ① )製懸垂がいしのピン部の劣化原因となる電食を防止する目的で、( ② )スリーブ付懸垂がいしが用いられることがある。
- (3) ポリマーがいしは、( ③ )を心材として、ヒダ付きのポリマーで外周を被覆したものである。
- (4) がいしの電氣的破損は電気運転に支障を及ぼすので、できるだけ( ④ )の大きいものが適している。

語群：① ア：磁器、イ：金属、ウ：ガラス、エ：半導体、オ：陶器  
② ア：すず、イ：チタン、ウ：亜鉛、エ：鉛、オ：銅  
③ ア：カーボン繊維、イ：FRP、ウ：シリコンゴム、エ：ベークライト、オ：ステンレス  
④ ア：分子間力、イ：分子量、ウ：比重、エ：表面漏れ距離、オ：受風面積

問11

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準における架空式電車線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を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

- (1) 支持物相互間の距離は、シンプルカテナリちょう架式によりちょう架する場合は、( ① ) [m]、コンパウンドカテナリちょう架式によりちょう架する場合は、( ② ) [m]以下とすること。
- (2) 木柱又はコンクリート柱にあっては、その根入れは、全長の( ③ )分の1以上とし、地盤の軟弱な箇所では、堅ろうな根かせを設けること。ただし、その基礎にコンクリート又はこれに準ずるものを使用し、かつ、支持物から受ける引上力、圧縮力及び転倒モーメントに対する安全率をそれぞれ( ④ )以上とするときは、この限りでない。

語群：① ア：50、イ：60、ウ：70、エ：80、オ：90  
② ア：50、イ：60、ウ：70、エ：80、オ：90  
③ ア：5、イ：6、ウ：7、エ：8、オ：9  
④ ア：1.5、イ：2、ウ：2.5、エ：3、オ：3.5

## 問 12

次の文章は、直流き電回路に用いられる変圧器やシリコン整流器に生じる高調波について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句、数値または数式を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。ただし、 $n$ は自然数、 $f$ は電源周波数とする。

- (1) 三相全波整流器である6パルス方式の場合の直流電圧には、直流成分の他、( ① )の周波数の高調波成分が含まれている。
- (2) 三相全波整流器の交流側にスター・デルタ結線の変圧器が接続されている場合、( ② )の周波数の交流電流に含まれる高調波成分は、原理的に変圧器内で循環して打ち消される。
- (3) 直流き電回路に生じる高調波電流を低減する対策として、変圧器により交流電圧の位相を( ③ )度ずらした2台の三相全波整流回路を直流側で並列または直列に接続する方式(12パルス方式)が有効である。
- (4) 12パルスの整流器の直流電流に関して、6パルスの整流器の場合と比較して、( ④ )の周波数の高調波電流成分が低減する。

語群：① ア： $5nf$ 、イ： $(6n-1)f$ 、ウ： $6nf$ 、エ： $(6n+1)f$ 、オ： $7nf$   
② ア： $2nf$ 、イ： $3nf$ 、ウ： $4nf$ 、エ： $(6n-1)f$ 、オ： $(6n+1)f$   
③ ア：30、イ：45、ウ：60、エ：90、オ：120  
④ ア： $6nf$ 、イ： $6(n+1)f$ 、ウ： $6(2n-1)f$ 、エ： $12nf$ 、オ： $12(n+1)f$

## 問 13

次の文章は、回生車両に対応した直流き電システムについて述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一語句が入るものとする。

- (1) ( ① )は、直流側の回生電力を熱エネルギーに変換するものであり、回生失効防止対策として有効である。
- (2) ( ② )は、直流側の回生電力を交流電力に変換し、交流系統の負荷で消費させる。
- (3) 従来はサイリスタを用いた( ② )が主に使用されていたが、近年はバイポーラトランジスタを用いた( ③ )式の( ② )の導入事例が増えている。
- (4) ( ③ )式の( ② )はサイリスタの場合と比較して、高調波発生の抑制、応答性を速くするための( ④ )を必要としないなどの特長がある。

語群：① ア：回生インバータ、イ：無効電力補償装置、ウ：抵抗式回生電力吸収装置、エ：回生電力貯蔵装置、オ：電力融通方式電圧変動補償装置  
② ア：回生インバータ、イ：無効電力補償装置、ウ：抵抗式回生電力吸収装置、エ：回生電力貯蔵装置、オ：電力融通方式電圧変動補償装置  
③ ア：自励、イ：電源転流、ウ：位相制御、エ：チョップ、オ：ダイオード  
④ ア：大地漏れ電流、イ：過負荷電流、ウ：突入電流、エ：充電電流、オ：循環電流

問 14

次の文章は、配電設備の需要電力特性について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数値を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一の語句または数値が入るものとする。

- (1) ある期間中の設備の平均需要電力と、その期間中の最大需要電力の比を百分率で表したものを( ① )と呼ぶ。( ① )は100 [%]以下の数値となる。
- (2) 個々の設備の最大需要電力の合計値と、各負荷を総合した最大需要電力の比を( ② )と呼ぶ。( ② )は1以上の数値となる。
- (3) 図1のような需要電力特性となる設備の( ① )は( ③ ) [%]となる。
- (4) 図2のような需要電力特性となる設備Aおよび設備Bの需要電力の( ② )は( ④ )となる。

- 語群：① ア：設備利用率、イ：需要率、ウ：負荷率、エ：不等率、オ：供給予備率  
 ② ア：設備利用率、イ：需要率、ウ：負荷率、エ：不等率、オ：供給予備率  
 ③ ア：60、イ：65、ウ：70、エ：75、オ：80  
 ④ ア：1.10、イ：1.15、ウ：1.20、エ：1.25、オ：1.30

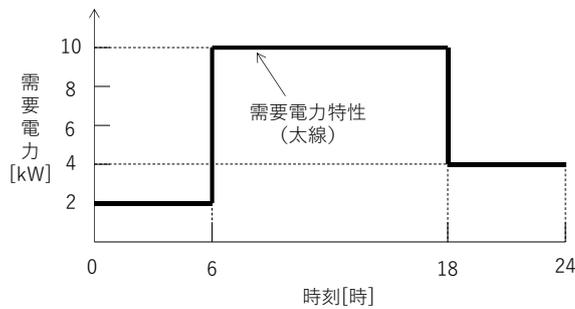


図 1

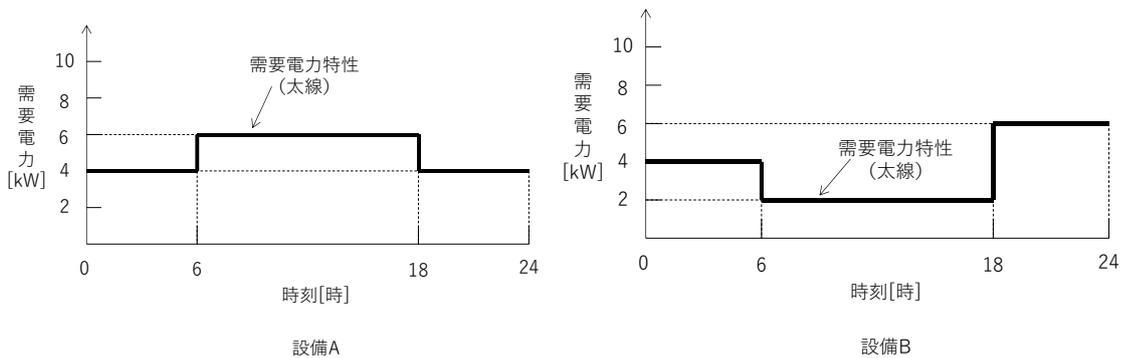


図 2

問 15

次の文章は、変電所の保護継電器について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数値を下各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一の語句または数値が入るものとする。

- (1) 直流き電回路保護のため重要な役割を果たしているものとして、直流高速度遮断器(54F)のほか、運転電流と故障電流の判別を行うΔI形故障(①)装置(50F)がある。
- (2) 交流き電回路における短絡故障は、(②)継電器(44F)とΔI形故障(①)装置(50F)で検出・保護している。
- (3) 変圧器の1次側の地絡故障は、上位の(③)継電器(51G)で検出する。
- (4) 変電所内の直流地絡故障は、地絡過電圧継電器((④)P)により検出する。

- 語群：① ア：選択、イ：遮断、ウ：検出、エ：標定、オ：記録  
② ア：不足電圧、イ：距離、ウ：温度、エ：逆流、オ：再閉路  
③ ア：不足電圧、イ：地絡方向、ウ：地絡過電流、エ：逆流、オ：直流過電圧  
④ ア：27、イ：64、ウ：67、エ：79、オ：89

問 16

次の文章は、力率改善用コンデンサについて述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数値を下各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一の語句または数値が入るものとする。

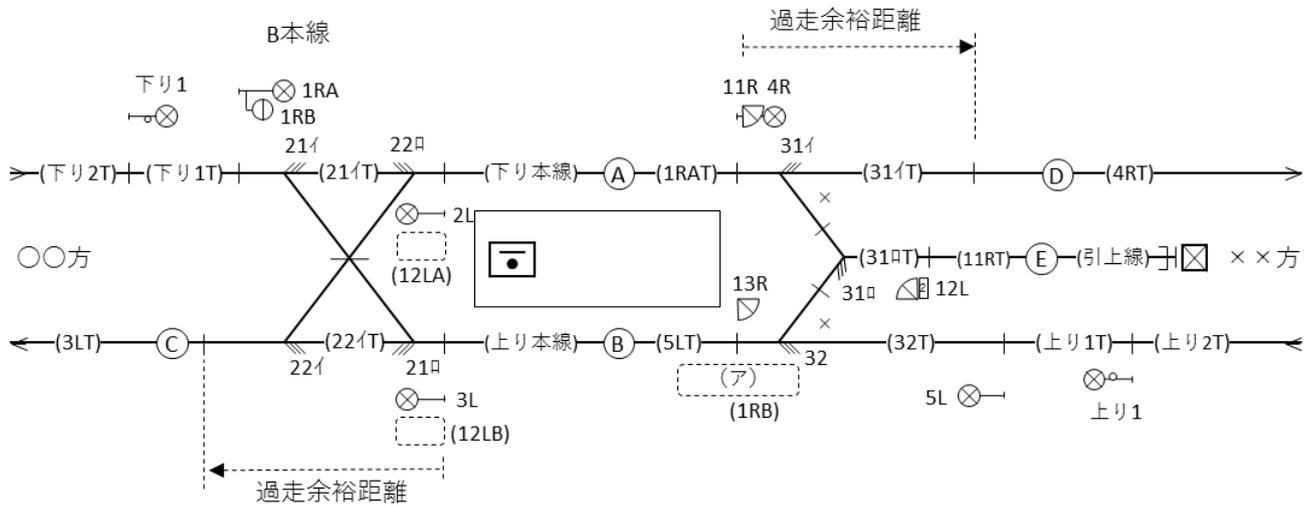
- (1) 力率改善用コンデンサは、誘導電動機等の誘導負荷により電源電圧に対して(①)電流となっている負荷電流の無効分に対して逆位相の電流を流す効果があり、回路の力率を改善する機能を持っている。
- (2) 高圧の力率改善用コンデンサには、電力用半導体応用機器の増加による電圧波形歪みを軽減させるために(②)が接続されている。
- (3) 夜間等の軽負荷時には(③)により系統に異常電圧が発生する可能性があるため、力率改善用コンデンサを系統から切り離す等の対策を施す場合がある。
- (4) 力率を改善することで、電源までのすべての損失を軽減して電力供給設備が合理化されることから、電力会社では需要家の力率改善に対して、力率(④) [%]を基準として力率が1 [%]高くなる毎に電気料金の基本料金を1 [%]割引きしている。

- 語群：① ア：遅れ、イ：漏れ、ウ：進み、エ：皮相、オ：遮断  
② ア：変流器、イ：避雷器、ウ：直列リアクトル、エ：並列リアクトル、オ：抵抗  
③ ア：ピエゾ効果、イ：フェランチ効果、ウ：光電効果、エ：ゼーバック効果、オ：ペルチェ効果  
④ ア：75、イ：80、ウ：85、エ：90、オ：95

問 17

次に示す連動図表について、正しい記述には○を、誤った記述には×を選びなさい。なお、対象とする線区は過走防護機能がない ATS が整備されている線区とし、連動図表の空欄および省略された箇所には、必要な箇所に所定の語句・記号が記載されているものとする。

A 駅連動図表



(第1種継電連動)

名 称	番 号	鎖錠	信号制御又はてっ査鎖錠	進路鎖錠	
場内信号機	○○方ー下り本線	1R	(A)		
同 上	同 上ー上り本線		(B)	(ウ)	
出発信号機	下り本線ー○○方	2L	(C)		
同 上	上り本線ー同 上	3L	(C)		
出発信号機	下り本線ー××方	4R	(D)		
場内信号機	××方ー上り本線	5L	(B)		
(イ)	下り本線ー引上線	11R	(E)		
同 上	引上線ー上り本線	12L	1	(B)	
同 上	同 上ー下り本線		2	(A)	
同 上	上り本線ー引上線	13R	(E)		(エ)
<以下、省略>					

- ① 連動図の(ア)に当てはまる記号は、「 $\text{---}\oplus$ 」である。
- ② 連動表の(イ)に入れるべき語句は、「入換標識」である。
- ③ 連動表の(ウ)に入れるべき記号は、「 $\text{②} \quad 22 \quad 5L \quad 12LB$ 」である。
- ④ 連動表の(エ)に入れるべき記号は、「 $(32T \quad 31\text{□}T)$ 」である。

問 18

次の文章は、信号リレー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×を選びなさい。

- ① 重要な回路に使用する信号リレーの接点には、カーボンを主体とした材料を用いたり、接点の開離に使用するばね力に十分な余裕を持たせた設計としたりすることで、接点溶着による障害防止を図っている。
- ② 三位式リレーは、無励磁状態では JIS E 3003:2003「鉄道信号用リレーの性能試験方法」における R 接点が構成される。
- ③ 電流の極性により動作方向が決定されるリレーをバイアスリレーという。
- ④ 交流二元形の軌道リレーは、局部コイルと軌道コイルの二つを持ち、それぞれの電圧とその間の周波数の差により扇形の翼板に回転力を与え、接点を駆動させている。

問 19

次の文章は、電波伝搬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×を選びなさい。

- ① 周囲の建物等による反射・遮蔽・回折がない環境での信号強度変動をマルチパスフェージングという。
- ② 移動局周囲の遮蔽の強さにより発生する信号強度変動をフラットフェージングという。
- ③ 直接波が受信できる環境での信号強度変動を仲上ーライスフェージングという。
- ④ 直接波が受信できない環境での信号強度変動をレイリーフェージングという。

問 20

次の文章は、通信ケーブルの測定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×を選びなさい。

- ① 1 対の通信ケーブル心線で導体抵抗にアンバランスがあると、雑音の影響を受けやすく、また、漏話を起こしやすくなる。このため導体抵抗の測定は、ループ抵抗だけでなく各心線の抵抗値を求めることが必要である。
- ② 1 対の通信ケーブル心線それぞれの導体抵抗を  $R_1$ 、 $R_2$  とすると、導体抵抗不平衡率は  $\left(\frac{|R_1 - R_2|}{R_1 + R_2}\right)^2 \times 2 \times 100$  [%] となり、標準値は 2 [%] 以下である。
- ③ 既設通信ケーブルの絶縁抵抗を測定する場合は絶縁抵抗計の DC 500 [V] レンジを使用する。これは通信ケーブルに避雷器が接続されている状態で測定すると避雷器が動作するおそれがあるからである。
- ④ 通信ケーブルの特性インピーダンス  $Z_0$  は、被測定回線の末端を開放状態で測定したインピーダンス  $Z_{op}$  と短絡状態で測定したインピーダンス  $Z_{sh}$  から、 $Z_0 = \frac{Z_{op} + Z_{sh}}{2}$  によって求められる。

問21

次の文章は、ATS および ATC について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

- (1) 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準における列車を自動的に減速又は停止させる装置(ATS)において、信号の現示に応じた機能として、出発信号機の防護区域の(①)までに停止させることとされている。
- (2) 変周式ATSのうち、停止信号に接近するときに確認扱いを行うものには、信号冒進事故の防止を目的として、絶対信号機直下での(②)機能を付加したものがある。
- (3) 当初のATCは、それぞれの信号現示区間ごとに現示される信号の速度以下に減速が完了するように設計されていたが、更なる運転時隔短縮を目的として、列車が進入できる最終の区間内で停止できる速度を送信する(③)ブレーキ制御方式のATCが導入されている。
- (4) 車上主体型ATCでは、レールから伝送される開通軌道回路数や停止軌道回路の情報と、車上データベース等による軌道回路長の情報、車上で認識している現在位置の情報をもとに、停止位置までの距離を算出し、停止パターンを作成する。情報伝送は軌道回路信号を用いて(④)することで行われる。

- 語群：① ア：脱線防止ガード、イ：列車停止標識、ウ：分岐箇所、エ：軌道回路境界、  
オ：最外方の車両接触限界
- ② ア：非常警報、イ：非常発報、ウ：非常停止、エ：再確認扱い、オ：再警報
- ③ ア：一段、イ：多段、ウ：速度パターン、エ：回生、オ：最大
- ④ ア：オンオフ変調、イ：デジタル変調、ウ：AM変調、エ：FM変調、オ：パルス変調

問22

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準における踏切保安設備について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数値を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

- (1) 踏切保安設備は、踏切遮断機を備えたものであること。ただし、列車が(①)[km/h]以下の速度で通過する踏切であって、鉄道及び道路の交通量が著しく少ない場合又は踏切遮断機を設置することが技術的に著しく困難な場合は、踏切警報機を備えたものであればよい。
- (2) 踏切遮断機及び踏切警報機の警報装置は、次の基準に適合するものであること。  
赤色せん光は、見通し距離が(②)[m](地形上により道路を通行する自動車等が35[km/h]を超える速度で接近することができない踏切道にあつては、(中略)以上であること。
- (3) 踏切遮断機は、次に掲げるところにより動作するものであること。  
(③)又はこれと同等以上の性能を有する制御方式であること。ただし、手動踏切道等にあつては、この限りではない。
- (4) 踏切遮断機は、次に掲げるところにより動作するものであること。  
警報の開始から遮断動作の終了までの時間は、(④)秒を標準とすること。この場合において、当該時間は、(中略)以上であること。

- 語群：① ア：45、イ：65、ウ：100、エ：120、オ：130
- ② ア：15、イ：22、ウ：30、エ：40、オ：45
- ③ ア：点制御式、イ：連続開電路式、ウ：連動閉そく式、エ：連続閉電路式、  
オ：スタフ閉そく式
- ④ ア：10、イ：15、ウ：20、エ：30、オ：60

問23

次の文章は、転てつ装置について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一語句が入るものとする。

- (1) JIS E 3010:2021「電気転てつ機」において、( ① )は、可動レールの動作を鎖錠かんに伝えるための機器と定義されている。
- (2) 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、( ② )を基本レールに( ③ )させるものである。
- (3) 基本レールに( ② )が一定の圧力をもって接している状態を( ③ )といい、( ② )に圧力を加えないで、一部分が一様に基本レールに接している状態を( ④ )という。

語群：① ア：回路制御器、イ：動作かん、ウ：フロントロッド、エ：直角クランク、オ：ロックピース  
② ア：ガード、イ：トンダレール、ウ：ポイント、エ：軌道、オ：ウィングレール  
③ ア：接着、イ：密着、ウ：連鎖、エ：圧着、オ：ロック  
④ ア：接着、イ：密着、ウ：連鎖、エ：圧着、オ：ロック

問24

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準におけるその他信号の現示に関する事項について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数値を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一の語句または数値が入るものとする。

信号機に信号を現示する条件は、次のとおりとすること。

1. 警戒信号は、次に掲げる信号機に現示すること。

(ア) 列車が停車場に進入又は進出するに当たり、過走による相互支障を生ずるおそれのあるときの場内信号機、出発信号機又は閉そく信号機（安全側線を設けているとき、又は場内信号機、出発信号機若しくは列車停止標識から過走による相互支障を生ずる限界までの距離が( ① ) [m]以上あるときを除く。）

(イ) 次の場内信号機に停止信号の現示があり、かつ、その信号機の防護区域の最外方にある転てつ器又は停止区域までの距離が短いときの外方の信号機

2. (省略)

3. 注意信号は、次に掲げる信号機に現示すること。

(ア) 停車場内で終端となる線路の最内方の( ② )信号機（警戒信号を現示するものを除く。）

(イ) 停止信号を現示する信号機に從属する( ③ )信号機及び通過信号機

4. (省略)

5. ( ④ )信号は、警戒信号又は注意信号を現示する場内信号機に從属する( ③ )信号機に現示すること。

6～10. (省略)

語群：① ア：25、イ：50、ウ：100、エ：150、オ：300  
② ア：誘導、イ：遠方、ウ：二位式、エ：三位式、オ：入換  
③ ア：入換、イ：中継、ウ：臨時、エ：三位式、オ：遠方  
④ ア：制限中継、イ：減速、ウ：抑速、エ：進行、オ：高速進行

問 25

次の文章は、分岐器を含む軌道回路の構成について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一語句が入るものとする。

- (1) 駅構内の分岐器を含む軌道回路では、軌道回路が2つ以上に分かれるため、軌道回路を接続する必要がある。接続方法には図1に示す(①)回路構成と、図2に示す(②)回路構成がある。(①)回路構成の方が構成は簡単だが、(①)回路の一方を短絡しても他方が構成されているので(③)が大きくなる。そのため、(①)回路の区間は長くすることができない。
- (2) 軌道回路の構成上、線路の分岐、クロッシング部あるいは渡り線のクロッシング部分では、図1の「D」で示す箇所のように左右のレールの絶縁挿入個所が一致しない場合がある。このような箇所では左右のレールが同極になり、輪軸で短絡しても列車や車両を検知できない。「D」を(④)区間という。

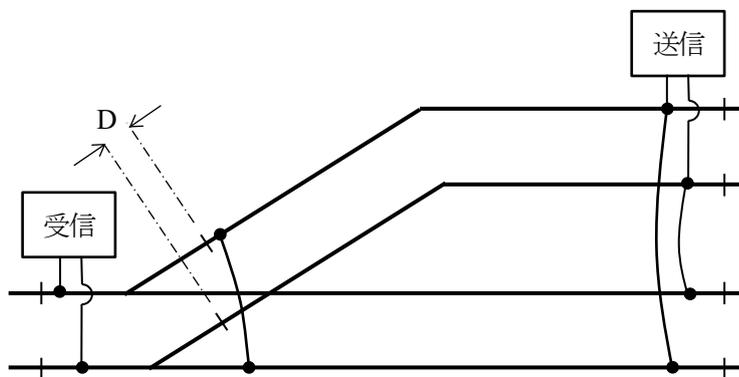


図1 (①) 回路構成

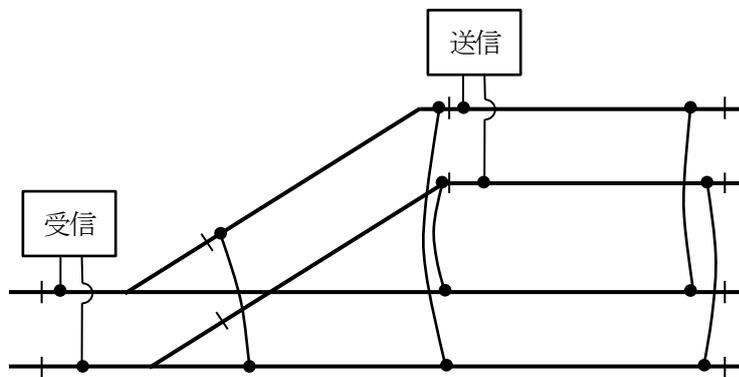


図2 (②) 回路構成

- 語群：① ア：直列、イ：並列、ウ：単軌条、エ：複軌条、オ：幻影軌道  
 ② ア：直列、イ：並列、ウ：単軌条、エ：複軌条、オ：幻影軌道  
 ③ ア：軌条電圧、イ：軌条電流、ウ：Q、エ：短絡感度、オ：トルクファクター  
 ④ ア：進入禁止、イ：停車禁止、ウ：てっ査鎖錠、エ：異極、オ：死

問26

次の文章は、アンテナ技術について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数値を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

- (1) 半波長ダイポールアンテナを基準アンテナとしたときのアンテナ利得を( ① )利得という。
- (2) 単一の方向に指向性をもつアンテナの主放射方向の値と後方の $120^\circ$ の範囲での最大の値との比を( ② )という。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの前方 $1/4$ 波長の位置に長さが $1/2$ 波長より少し短い素子を置き、後方 $1/4$ 波長の位置に長さが $1/2$ 波長より少し長い素子を置いた構造のアンテナを( ③ )アンテナという。
- (4) 最大放射方向の電力が、その最大値から半分の( ④ ) [dB]になるまでの角度範囲を半値幅という。

語群：① ア：絶対、イ：相対、ウ：同相、エ：動作、オ：差動  
② ア：SN比、イ：CN比、ウ：アスペクト比、エ：デューティー比、オ：FB比  
③ ア：微小ダイポール、イ：磁流、ウ：スリーブ、エ：八木・宇田、オ：モノポール  
④ ア：-6、イ：-5、ウ：-4、エ：-3、オ：-2

問27

次の文章は、情報セキュリティにおける認証や暗号化技術に関して述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

- (1) システムやネットワークへのアクセスを要求しているデバイスの正当性を確認する方法の一つとして、( ① )による認証がある。
- (2) ネットワーク上で認証を行う際に用いられる認証サーバとして( ② )サーバがある。
- (3) 公開鍵暗号方式の代表的なものとして( ③ )がある。
- (4) 電子メールの暗号化には、共通鍵暗号方式と公開鍵暗号方式を組み合わせたハイブリッド暗号方式による( ④ )が広く使用されている。

語群：① ア：暗証番号、イ：パスワード、ウ：指紋、エ：MACアドレス、オ：顔  
② ア：RADIUS、イ：DNS、ウ：データ、エ：分析、オ：クラウド  
③ ア：Rijndael、イ：KASUMI、ウ：Camellia、エ：RSA、オ：DES  
④ ア：SSL、イ：S/MIME、ウ：ESS-ID、エ：TKIP、オ：AES

問28

次の文章は、通信路の容量について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一語句が入るものとする。

通信路の容量は以下の式で表される。

$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{P_1}{P_2 B} \right)$$

- (1)  $B$ は信号の(①)を表している。
- (2)  $P_1$ は信号電力を、 $P_2$ は単位(①)における(②)電力を表している。
- (3) 式に含まれる $\frac{P_1}{P_2 B}$ は、(③)を表している。
- (4) 1[bps]の容量を持つ通信路があったとき、信号の(①)を無限に使っていかなる誤り訂正技術を使ったとしても、この通信路で1[bps]の伝送を行うためには(③)が $-1.6$ [dB]以上必要であることが理論的に導かれている。これを(④)という。

語群：① ア：送信電力、イ：受信電力、ウ：帯域幅、エ：情報量、オ：振幅  
② ア：輻(ふく)射、イ：雑音、ウ：平均、エ：尖(せん)頭値、オ：実効  
③ ア：SN比、イ：送信電力、ウ：最大受信電力、エ：所要受信電力、オ：利得  
④ ア：エントロピー、イ：最大容量、ウ：最小容量、エ：シャノン限界、オ：マージン

問29

次の文章は、光ケーブル・光ファイバについて述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数値を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。

- (1) (①)光ファイバとは、コア中心部の屈折率が高く、外側に向かって緩やかに低くなるようにコアの屈折率分布を調整したマルチモード光ファイバである。
- (2) 光ファイバのコネクタ接続時の接続損失は、シングルモードファイバの場合、通常、コネクタ種に関わらず(②)[dB]以下である。
- (3) 主要な光ファイバコネクタのうち、セラミックフェルールを使用した金属製のコネクタで、回転ねじにて固定するものを(③)コネクタという。
- (4) 光ファイバケーブルまたは光コネクタの伝送損失を測定する手段で、被測定光ケーブルに入射した光パルスが、ケーブル全体において拡散し、ケーブル状の各箇所が発生するレイリー散乱光の一部が、入射側に戻ってくる光パワーを測定することにより損失値を得る方法を(④)という。

語群：① ア：SI、イ：GI、ウ：SM、エ：DSF、オ：NZ-DSF  
② ア：0.5、イ：1、ウ：1.5、エ：2、オ：3  
③ ア：LC、イ：ST、ウ：SC、エ：FC、オ：MU  
④ ア：間接測定法、イ：直接測定法、ウ：カットバック法、エ：挿入損失法、オ：OTDR法

問 30

次の文章は、伝送線路について述べたものである。( )の中に入れるべき最も適切な語句または数式を下の各語群からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同一番号の( )には同一の語句または数式が入るものとする。

- (1) 平衡 2 線で構成される通信ケーブルを使って信号を伝送すると、伝送する距離が長くなるにつれて信号のエネルギーが ( ① ) する。エネルギーを ( ① ) させる要素は、抵抗  $R$  [ $\Omega/m$ ]、インダクタンス  $L$  [ $H/m$ ]、静電容量  $C$  [ $F/m$ ]、コンダクタンス  $G$  [ $S/m$ ]の4つである。 $R$ 、 $L$ 、 $C$ 、 $G$  は導体の材質、太さ、間隔、絶縁物の種類および周波数によって、その通信ケーブル特有の値となり、これらを通信ケーブルの ( ② ) という。
- (2) 通信ケーブルの特性インピーダンス ( $Z_0$ ) と伝搬定数 ( $\gamma$ ) は次式で表される。

$$\text{特性インピーダンス} : Z_0 = \sqrt{\quad} \quad ( \text{③} )$$

$$\text{伝搬定数} : \gamma = ( \text{④} ) = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

なお、 $\alpha$  は ( ① ) 定数、 $\beta$  は位相定数、 $\omega$  は角速度で、 $\omega = 2\pi f$ 、 $f$  は周波数[Hz]、 $j$  は複素数表記で、 $j^2 = -1$  である。

語群 : ① ア : 拡散、イ : 増加、ウ : 振動、エ : 再生、オ : 減衰

② ア : 4 端子定数、イ : 材料定数、ウ : 一次定数、エ : 二次定数、オ : 比例定数

$$\text{③ ア : } \frac{R+j\omega L}{G+j\omega C} \text{、イ : } \frac{R+j\omega L}{G+\frac{1}{j\omega C}} \text{、ウ : } \frac{G+j\omega C}{R+j\omega L} \text{、エ : } \frac{G+\frac{1}{j\omega C}}{R+j\omega L} \text{、オ : } \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\text{④ ア : } \frac{\alpha}{\beta} \text{、イ : } \alpha - j\beta \text{、ウ : } \beta - j\alpha \text{、エ : } \alpha + j\beta \text{、オ : } \beta + j\alpha$$

2023 年度 鉄道設計技士試験 専門試験 I (鉄道電気) 解答

- 問1 ① ア、 ② エ、 ③ イ、 ④ ウ  
問2 ① ウ、 ② エ、 ③ ウ、 ④ ア  
問3 ① ×、 ② ×、 ③ ○、 ④ ○  
問4 ① ○、 ② ×、 ③ ×、 ④ ×  
問5 ① ○、 ② ○、 ③ ×、 ④ ○  
問6 ① ○、 ② ×、 ③ ○、 ④ ×  
問7 ① ア、 ② エ、 ③ ウ、 ④ オ  
問8 ① イ、 ② ウ、 ③ イ、 ④ エ  
問9 ① ウ、 ② イ、 ③ エ、 ④ ア  
問10 ① ア、 ② ウ、 ③ イ、 ④ エ  
問11 ① イ、 ② エ、 ③ イ、 ④ イ  
問12 ① ウ、 ② イ、 ③ ア、 ④ ウ  
問13 ① ウ、 ② ア、 ③ ア、 ④ オ  
問14 ① ウ、 ② エ、 ③ イ、 ④ ウ  
問15 ① ア、 ② イ、 ③ ウ、 ④ イ  
問16 ① ア、 ② ウ、 ③ イ、 ④ ウ  
問17 ① ○、 ② ×、 ③ ○、 ④ ×  
問18 ① ○、 ② ×、 ③ ×、 ④ ×  
問19 ① ×、 ② ×、 ③ ○、 ④ ○  
問20 ① ○、 ② ×、 ③ ×、 ④ ×  
問21 ① オ、 ② ウ、 ③ ア、 ④ イ  
問22 ① オ、 ② オ、 ③ エ、 ④ イ  
問23 ① ウ、 ② イ、 ③ イ、 ④ ア  
問24 ① ウ、 ② エ、 ③ オ、 ④ イ  
問25 ① イ、 ② ア、 ③ エ、 ④ オ  
問26 ① イ、 ② オ、 ③ エ、 ④ エ  
問27 ① エ、 ② ア、 ③ エ、 ④ イ  
問28 ① ウ、 ② イ、 ③ ア、 ④ エ  
問29 ① イ、 ② ア、 ③ エ、 ④ オ  
問30 ① オ、 ② ウ、 ③ ア、 ④ エ