

平成 22 年度

第 3 種

電 力

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHB（又はB）のしんを用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには氏名、生年月日、試験地及び受験番号を記入し、受験番号のマーク欄にはマークシートに印刷されているマーク記入例に従い、正しくマークしてください。

（受験番号記入例：0141A01234Lの場合）

| 受 験 番 号 | | | | | | | | | | |
|---------|---|---|----|-----|---|---|----|---|---|---|
| 数 字 | | | 記号 | 数 字 | | | 記号 | | | |
| 0 | 1 | 4 | 1 | A | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | L |
| ● | | | | ● | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | A |
| ○ | ● | ○ | ● | | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | B |
| ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | C |
| ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | K |
| ○ | ○ | ● | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | L |
| ○ | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | M |
| ○ | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | N |
| ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。
 4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいのは次のうちどれか。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

| 問題 番号 | 選 択 肢 番 号 |
|----------|-----------|
| 1 | ① ② ● ④ ⑤ |

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

第 3 種

電 力

A問題 (配点は1問題当たり5点)

問1 次の文章は、水車に関する記述である。

衝動水車は、位置水頭を (ア) に変えて、水車に作用させるものである。
この衝動水車は、ランナ部で (イ) を用いないので、 (ウ) 水車の
ように、水流が (エ) を通過するような構造が可能となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、
正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|------|------|-------|------|
| (1) | 圧力水頭 | 速度水頭 | フランシス | 空気中 |
| (2) | 圧力水頭 | 速度水頭 | フランシス | 吸出管中 |
| (3) | 速度水頭 | 圧力水頭 | フランシス | 吸出管中 |
| (4) | 速度水頭 | 圧力水頭 | ペルトン | 吸出管中 |
| (5) | 速度水頭 | 圧力水頭 | ペルトン | 空気中 |

問2 火力発電所の環境対策に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 燃料として天然ガス（LNG）を使用することは、硫黄酸化物による大気汚染防止に有効である。
- (2) 排煙脱硫装置は、硫黄酸化物を粉状の石灰と水との混合液に吸収させ除去する。
- (3) ボイラにおける酸素濃度の低下を図ることは、窒素酸化物低減に有効である。
- (4) 電気集じん器は、電極に高電圧をかけ、ガス中の粒子をコロナ放電で放電電極から放出される正イオンによって帯電させ、分離・除去する。
- (5) 排煙脱硝装置は、窒素酸化物を触媒とアンモニアにより除去する。

問3 複数の発電機で構成されるコンバインドサイクル発電を、同一出力の単機汽力発電と比較した記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 熱効率が低い。
- (2) 起動停止時間が長い。
- (3) 部分負荷に対応するため、運転する発電機数を変えるので、熱効率の低下が少ない。
- (4) 最大出力が外気温度の影響を受けやすい。
- (5) 蒸気タービンの出力分担が少ないので、その分復水器の冷却水量が少なく、温排水量も少なくなる。

問4 わが国における商業発電用の加圧水型原子炉(PWR)の記述として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 炉心内で水を蒸発させて、蒸気を発生する。
- (2) 再循環ポンプで炉心内の冷却水流量を変えることにより、蒸気泡の発生量を変えて出力を調整できる。
- (3) 高温・高圧の水を、炉心から蒸気発生器に送る。
- (4) 炉心と蒸気発生器で発生した蒸気を混合して、タービンに送る。
- (5) 炉心を通して放射線を受けた蒸気が、タービンを通過する。

問5 次の文章は、風力発電に関する記述である。

風として運動している同一質量の空気が持っている運動エネルギーは、風速の \square (ア) 乗に比例する。また、風として風力発電機の風車面を通過する単位時間当たりの空気の量は、風速の \square (イ) 乗に比例する。したがって、風車面を通過する空気の持つ運動エネルギーを電気エネルギーに変換する風力発電機の変換効率が風速によらず一定とすると、風力発電機の出力は風速の \square (ウ) 乗に比例することとなる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)及び(ウ)に当てはまる数値として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

| | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 2 | 2 | 4 |
| (2) | 2 | 1 | 3 |
| (3) | 2 | 0 | 2 |
| (4) | 1 | 2 | 3 |
| (5) | 1 | 1 | 2 |

問 6 50 [Hz] , 200 [V] の三相配電線の受電端に、力率 0.7, 50 [kW] の誘導性三相負荷が接続されている。この負荷と並列に三相コンデンサを挿入して、受電端での力率を遅れ 0.8 に改善したい。

挿入すべき三相コンデンサの無効電力容量 [kV·A] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 4.58 (2) 7.80 (3) 13.5 (4) 19.0 (5) 22.5

問7 大容量発電所の主変圧器の結線を一次側三角形，二次側星形とするのは，二次側の線間電圧は相電圧の \square (ア) \square 倍，線電流は相電流の \square (イ) \square 倍であるため，変圧比を大きくすることができ， \square (ウ) \square に適するからである。また，一次側の結線が三角形であるから， \square (エ) \square 電流は巻線内を環流するので二次側への影響がなくなるため，通信障害を抑制できる。

一次側を三角形，二次側を星形に接続した主変圧器の一次電圧と二次電圧の位相差は， \square (オ) \square [rad] である。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)及び(オ)に当てはまる語句，式又は数値として，正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) |
|-----|----------------------|----------------------|-----|------|-----------------|
| (1) | $\sqrt{3}$ | 1 | 昇 圧 | 第3調波 | $\frac{\pi}{6}$ |
| (2) | $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | $\sqrt{3}$ | 降 圧 | 零 相 | 0 |
| (3) | $\sqrt{3}$ | $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | 昇 圧 | 高周波 | $\frac{\pi}{3}$ |
| (4) | $\sqrt{3}$ | $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | 降 圧 | 零 相 | $\frac{\pi}{3}$ |
| (5) | $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | 1 | 昇 圧 | 第3調波 | 0 |

問8 一般に、三相送配電線に接続される変圧器は $\Delta - Y$ 又は $Y - \Delta$ 結線されることが多く、 Y 結線の中性点は接地インピーダンス Z_n で接地される。この接地インピーダンス Z_n の大きさや種類によって種々の接地方式がある。中性点の接地方式に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 中性点接地の主な目的は、1線地絡などの故障に起因する異常電圧（過電圧）の発生を抑制したり、地絡電流を抑制して故障の拡大や被害の軽減を図ることである。中性点接地インピーダンスの選定には、故障点のアーク消弧作用、地絡リレーの確実な動作などを勘案する必要がある。
- (2) 非接地方式（ $Z_n \rightarrow \infty$ ）では、1線地絡時の健全相電圧上昇倍率は大きい、地絡電流の抑制効果が大きいのがその特徴である。わが国では、一般の需要家に供給する6.6[kV]配電系統においてこの方式が広く採用されている。
- (3) 直接接地方式（ $Z_n \rightarrow 0$ ）では、故障時の異常電圧（過電圧）倍率が小さいため、わが国では、187[kV]以上の超高圧系統に広く採用されている。一方、この方式は接地が簡単なため、わが国の77[kV]以下の下位系統でもしばしば採用されている。
- (4) 消弧リアクトル接地方式は、送電線の対地静電容量と並列共振するように設定されたリアクトルで接地する方式で、1線地絡時の故障電流はほとんど零に抑制される。このため、遮断器によらなくても地絡故障が自然消滅する。しかし、調整が煩雑なため近年この方式の新たな採用は多くない。
- (5) 抵抗接地方式（ $Z_n = \text{ある適切な抵抗値 } R [\Omega]$ ）は、わが国では主として154[kV]以下の送電系統に採用されており、中性点抵抗により地絡電流を抑制して、地絡時の通信線への誘導電圧抑制に大きな効果がある。しかし、地絡リレーの検出機能が低下するため、何らかの対応策を必要とする場合もある。

問9 計器用変成器において、変流器の二次端子は、常に (ア) 負荷を接続しておかねばならない。特に、一次電流（負荷電流）が流れている状態では、絶対に二次回路を (イ) してはならない。これを誤ると、二次側に大きな (ウ) が発生し (エ) が過大となり、変流器を焼損する恐れがある。また、一次端子のある変流器は、その端子を被測定線路に (オ) に接続する。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) |
|-----|----------|-----|------|-----|-----|
| (1) | 高インピーダンス | 開放 | 電圧 | 銅損 | 並列 |
| (2) | 低インピーダンス | 短絡 | 誘導電流 | 銅損 | 並列 |
| (3) | 高インピーダンス | 短絡 | 電圧 | 鉄損 | 直列 |
| (4) | 高インピーダンス | 短絡 | 誘導電流 | 銅損 | 直列 |
| (5) | 低インピーダンス | 開放 | 電圧 | 鉄損 | 直列 |

問10 架空電線が電線と直角方向に毎秒数メートル程度の風を受けると、電線の後方に渦を生じて電線が上下に振動することがある。これを微風振動といい、これが長時間継続すると電線の支持点付近で断線する場合もある。微風振動は 電線で、径間が ほど、また、張力が ほど発生しやすい。対策としては、電線にダンパを取り付けて振動そのものを抑制したり、断線防止策として支持点近くをアーマロッドで補強したりする。電線に翼形に付着した氷雪に風が当たると、電線に揚力が働き複雑な振動が生じる。これを といい、この振動が激しくなると相間短絡事故の原因となる。主な防止策として、相間スパーサの取り付けがある。また、電線に付着した氷雪が落下したときに発生する振動は、 と呼ばれ、相間短絡防止策としては、電線配置にオフセットを設けることなどがある。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) |
|-----|-----|-----|-----|----------|----------|
| (1) | 軽い | 長い | 大きい | ギャロッピング | スリートジャンプ |
| (2) | 重い | 短い | 小さい | スリートジャンプ | ギャロッピング |
| (3) | 軽い | 短い | 小さい | ギャロッピング | スリートジャンプ |
| (4) | 軽い | 長い | 大きい | スリートジャンプ | ギャロッピング |
| (5) | 重い | 長い | 大きい | ギャロッピング | スリートジャンプ |

問11 地中電力ケーブルの送電容量を増大させる現実的な方法に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 耐熱性を高めた絶縁材料を採用する。
- (2) 地中ケーブル線路に沿って布設した水冷管に冷却水を循環させ、ケーブルを間接的に冷却する。
- (3) OFケーブルの絶縁油を循環・冷却させる。
- (4) CVケーブルの絶縁体中に冷却水を循環させる。
- (5) 導体サイズを大きくする。

問12 配電線路の開閉器類に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 配電線路用の開閉器は、主に配電線路の事故時の事故区間を切り離すためと、作業時の作業区間を区分するために使用される。
- (2) 柱上開閉器は、気中形と真空形が一般に使用されている。操作方法は、手動操作による手動式と制御器による自動式がある。
- (3) 高圧配電方式には、放射状方式（樹枝状方式）、ループ方式（環状方式）などがある。ループ方式は結合開閉器を設置して線路を構成するので、放射状方式よりも建設費は高くなるものの、高い信頼度が得られるため負荷密度の高い地域に用いられる。
- (4) 高圧カットアウトは、柱上変圧器の一次側の開閉器として使用される。その内蔵の高圧ヒューズは変圧器の過負荷時や内部短絡故障時、雷サージなどの短時間大電流の通過時に直ちに溶断する。
- (5) 地中配電システムで使用するパッドマウント変圧器には、変圧器と共に開閉器などの機器が収納されている。

問13 配電設備に関する記述の正誤を解答群では「正：正しい文章」又は「誤：誤っている文章」と書き表している。正・誤の組み合わせとして、正しいのは次のうちどれか。

- a. V 結線は、単相変圧器 2 台によって構成し、 Δ 結線と同じ電圧を変圧することができる。一方、 Δ 結線と比較し変圧器の利用率は $\frac{\sqrt{3}}{2}$ となり出力は $\frac{\sqrt{3}}{3}$ 倍になる。
- b. 長距離で負荷密度の比較的高い商店街のアーケードでは、上部空間を利用し変圧器を設置する場合や、アーケードの支持物上部に架空配電線を施設する場合がある。
- c. 架空配電線と電話線、信号線などを、同一支持物に施設することを共架といい、全体的な支持物の本数が少なくなるので、交通の支障を少なくすることができ、電力線と通信線の離隔距離が緩和され、混触や誘導障害が少なくなる。
- d. ケーブル布設の管路式は、トンネル状構造物の側面の受け棚にケーブルを布設する方式である。特に変電所の引き出しなどケーブル条数が多い箇所には共同溝を利用する。

| | a | b | c | d |
|-----|---|---|---|---|
| (1) | 正 | 誤 | 正 | 正 |
| (2) | 誤 | 正 | 正 | 誤 |
| (3) | 正 | 正 | 誤 | 誤 |
| (4) | 誤 | 正 | 誤 | 誤 |
| (5) | 誤 | 誤 | 正 | 正 |

問14 絶縁油は変圧器や OF ケーブルなどに使用されており，一般に絶縁破壊電圧は大気圧の空気と比べて ，誘電正接は空気よりも 。電力用機器の絶縁油として古くから が一般的に用いられてきたが，OF ケーブルやコンデンサでより優れた低損失性や信頼性が求められる仕様のときには が採用される場合もある。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として，正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|-----|-----|-----|---------|
| (1) | 低 く | 小さい | 植物油 | シリコーン油 |
| (2) | 高 く | 大きい | 鉱物油 | 重合炭化水素油 |
| (3) | 高 く | 大きい | 植物油 | シリコーン油 |
| (4) | 低 く | 小さい | 鉱物油 | 重合炭化水素油 |
| (5) | 高 く | 大きい | 鉱物油 | シリコーン油 |

B問題 (配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 最大発電電力 600 [MW] の石炭火力発電所がある。石炭の発熱量を 26 400 [kJ/kg] として, 次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 日負荷率 95.0 [%] で 24 時間運転したとき, 石炭の消費量は 4 400 [t] であった。発電端熱効率 [%] の値として, 最も近いのは次のうちどれか。

なお, 日負荷率 [%] = $\frac{\text{平均発電電力}}{\text{最大発電電力}} \times 100$ とする。

- (1) 37.9 (2) 40.2 (3) 42.4 (4) 44.6 (5) 46.9

(b) タービン効率 45.0 [%] , 発電機効率 99.0 [%] , 所内比率 3.00 [%] とすると, 発電端効率が 40.0 [%] のときのボイラ効率 [%] の値として, 最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 40.4 (2) 73.5 (3) 87.1 (4) 89.8 (5) 92.5

問16 定格容量 $80 \text{ [MV}\cdot\text{A]}$ 、一次側定格電圧 33 [kV] 、二次側定格電圧 11 [kV] 、百分率インピーダンス 18.3 [%] （定格容量ベース）の三相変圧器 T_A がある。三相変圧器 T_A の一次側は 33 [kV] の電源に接続され、二次側は負荷のみが接続されている。電源の百分率内部インピーダンスは、 1.5 [%] （系統基準容量 $80 \text{ [MV}\cdot\text{A]}$ ベース）とする。なお、抵抗分及びその他の定数は無視する。次の(a)及び(b)に答えよ。

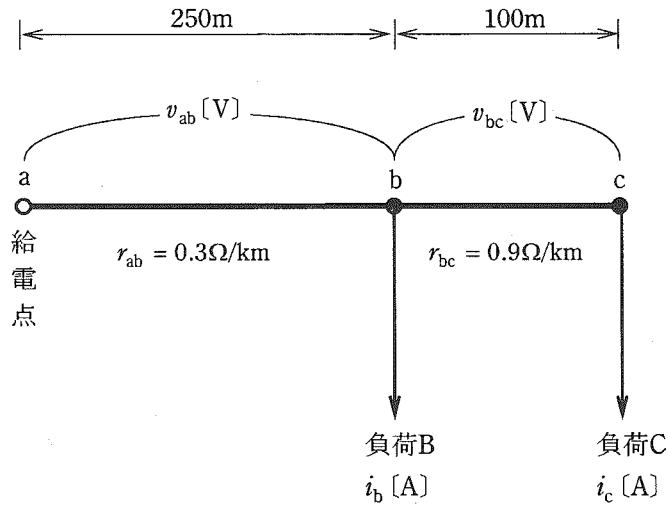
(a) 将来の負荷変動等は考えないものとする。変圧器 T_A の二次側に設置する遮断器の定格遮断電流の値 $[\text{kA}]$ として、最も適切なものは次のうちどれか。

- (1) 5 (2) 8 (3) 12.5 (4) 20 (5) 25

(b) 定格容量 $50 \text{ [MV}\cdot\text{A]}$ 、百分率インピーダンスが 12.0 [%] の三相変圧器 T_B を三相変圧器 T_A と並列に接続した。 40 [MW] の負荷をかけて運転した場合、三相変圧器 T_A の負荷分担 $[\text{MW}]$ の値として、正しいのは次のうちどれか。ただし、三相変圧器群 T_A と T_B にはこの負荷のみが接続されているものとし、抵抗分及びその他の定数は無視する。

- (1) 15.8 (2) 19.5 (3) 20.5 (4) 24.2 (5) 24.6

問17 図は单相 2 線式の配電線路の単線図である。電線 1 線当たりの抵抗と長さは、a - b 間で $0.3 [\Omega/\text{km}]$, $250 [\text{m}]$, b - c 間で $0.9 [\Omega/\text{km}]$, $100 [\text{m}]$ とする。次の (a) 及び (b) に答えよ。



(a) b - c 間の 1 線の電圧降下 v_{bc} [V] 及び負荷 B と負荷 C の負荷電流 i_b , i_c [A] として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

ただし、給電点 a の線間の電圧値と負荷点 c の線間の電圧値の差を 12.0 [V] とし、a - b 間の 1 線の電圧降下 $v_{ab} = 3.75$ [V] とする。負荷の力率はいずれも 100 [%]、線路リアクタンスは無視するものとする。

| | v_{bc} [V] | i_b [A] | i_c [A] |
|-----|--------------|-----------|-----------|
| (1) | 2.25 | 10.0 | 40.0 |
| (2) | 2.25 | 25.0 | 25.0 |
| (3) | 4.50 | 10.0 | 25.0 |
| (4) | 4.50 | 0.0 | 50.0 |
| (5) | 8.25 | 50.0 | 91.7 |

(b) 次に，図の配電線路で抵抗に加えて a - c 間の往復線路のリアクタンスを考慮する。このリアクタンスを $0.1 [\Omega]$ とし，b 点には無負荷で $i_b = 0 [\text{A}]$ ，c 点には受電電圧が $100 [\text{V}]$ ，遅れ力率 0.8 ， $1.5 [\text{kW}]$ の負荷が接続されているものとする。

このとき，給電点 a の線間の電圧値と負荷点 c の線間の電圧値 $[\text{V}]$ の差として，最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 3.0 (2) 4.9 (3) 5.3 (4) 6.1 (5) 37.1