

令和 6 年度 下期

第 3 種
電 力

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

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の芯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、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

| | |
|---------------------|------|
| 氏 名 | |
| 生年月日 | |
| カナ氏名 (字数制限の省略あり) | 印字あり |
| 試験地 | 印字あり |

| 受 験 番 号 | | | |
|---------|---|---|---|
| 印 | 字 | あ | り |
| | | | |

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、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(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。

6. 問題文で単位を付す場合

① 数字と組み合わせる場合は、数字と単位の間をあける。

(例： 350 W $f=50$ Hz 670 k V・A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例： I [A] 抵抗 R [Ω] 面積は S [m^2])

(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。

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 水力発電に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 電圧の大きさや周波数は、自動電圧調整器と調速機を用いて制御される。
- (2) カプラン水車は、プロペラ水車の一種で、流量に応じて羽根の角度を調整することができるため、部分負荷での効率の低下が少ない。
- (3) 発電所で発電された電力は、発電電圧を主変圧器で昇圧した後、送電される。この主変圧器には発電機側にY結線、系統側にΔ結線のものが多く用いられる。
- (4) ペルトン水車は、水の衝撃力で回転する衝動水車の一つである。
- (5) 水車発電機の回転速度は、汽力発電と比べて小さいため、発電機の磁極数は多くなる。

問2 汽力発電において、熱効率の向上を図る方法として、誤っているものを次の

(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 高温高圧の蒸気を使用する。
- (2) 復水器の真空度を高める。
- (3) 再熱サイクルを利用する。
- (4) 給水加熱器で抽気温度を上げる。
- (5) 節炭器で排ガス温度を下げる。

問3 次の文章は、汽力発電所における蒸気タービンの分類に関する記述である。

衝動タービンは、高温・高圧の蒸気が羽根に衝突するときに生ずる衝動力によってランナを回転させるもので、タービンのノズルを通る間に蒸気の圧力が〔ア〕し、高速度となってノズルから噴出する。この噴出した蒸気を前面の羽根に衝突させることにより、ランナを回転させる。羽根を通過する蒸気の通路の断面積が一樣であり、羽根の出入口の蒸気の圧力は〔イ〕。衝動タービンは蒸気の圧力が〔ウ〕のものに適する。

反動タービンは、衝動力と蒸気が回転羽根を離れるときの反動力を利用するもので、固定羽根で膨張させた蒸気を羽根に衝突させてランナを回転させるとともに、ランナの内部で蒸気を〔エ〕させ、排気するときの反動力を利用してランナを回転させる。反動タービンは、蒸気の圧力が〔オ〕のものに適する。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 上昇 | 等しい | 高圧 | 膨張 | 中低圧 |
| (2) | 上昇 | 異なる | 中低圧 | 凝縮 | 高圧 |
| (3) | 上昇 | 等しい | 中低圧 | 膨張 | 高圧 |
| (4) | 降下 | 異なる | 中低圧 | 凝縮 | 高圧 |
| (5) | 降下 | 等しい | 高圧 | 膨張 | 中低圧 |

問4 原子力発電に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 原子力発電所では、ウラン 235 を 2～4 %まで濃縮した高濃縮ウランを使い、エネルギーを取り出している。
- (2) 放射線には α 線、 β 線、 γ 線などがあり、放射線を出す能力を放射能といい、放射能を有する物質を放射性物質と呼ぶ。
- (3) 原子燃料の原子核に、エネルギー値が低く速度の遅い中性子を衝突させると、核分裂を起こす。
- (4) 原子燃料の核分裂により発生した1個以上の熱中性子が、別の原子核を分裂させる反応が連続的に持続する現象を連鎖反応という。
- (5) 減速材は、核分裂によって新たに生じたエネルギー値が高い高速中性子のエネルギーの一部を吸収させて、低速の熱中性子を得るために用いる。

問5 次の文章は、地熱発電及びバイオマス発電に関する記述である。

地熱発電は、地下から取り出した (ア) によってタービンを回して発電する方式であり、発電に適した地熱資源は (イ) に多く存在する。

バイオマス発電は、植物や動物が生成・排出する (ウ) から得られる燃料を利用する発電方式である。燃料の代表的なものには、木くずから作られる固形化燃料や、家畜の糞から作られる (エ) がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|-------|------|-----|------|
| (1) | 蒸気 | 火山地域 | 有機物 | 液体燃料 |
| (2) | 熱水の流れ | 平野部 | 無機物 | 気体燃料 |
| (3) | 蒸気 | 火山地域 | 有機物 | 気体燃料 |
| (4) | 蒸気 | 平野部 | 有機物 | 気体燃料 |
| (5) | 熱水の流れ | 火山地域 | 無機物 | 液体燃料 |

問6 次の文章は、調相設備に関する記述である。

一般に電力系統では、受電端電圧を一定に保つため、調相設備を負荷と
〔ア〕に接続して無効電力の調整を行っている。

電力用コンデンサは力率を〔イ〕ために用いられ、分路リアクトルは力率を
〔ウ〕ために用いられる。

同期調相機は、その〔エ〕を加減することによって、進み又は遅れの無効電
力を連続的に調整することができる。

静止形無効電力補償装置は、〔オ〕でリアクトルに流れる電流を調整するこ
とにより、無効電力を高速に制御することができる。

上記の記述中の空白箇所〔ア〕～〔オ〕に当てはまる組合せとして、正しいものを次
の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) |
|-----|-----|------|------|-------|---------|
| (1) | 並列 | 進める | 遅らせる | 界磁電流 | 半導体スイッチ |
| (2) | 直列 | 遅らせる | 進める | 電機子電流 | 半導体整流装置 |
| (3) | 並列 | 遅らせる | 進める | 電機子電流 | 半導体スイッチ |
| (4) | 直列 | 進める | 遅らせる | 電機子電流 | 半導体整流装置 |
| (5) | 並列 | 遅らせる | 進める | 界磁電流 | 半導体スイッチ |

問7 次の文章は、計器用変成器に関する記述である。

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、変流器を損傷する恐れがある。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)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

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

問8 送配電線路や変電所におけるがいしの塩害とその対策に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) がいしの塩害に対する基本的な対策は、がいしの沿面距離を伸ばすことや、がいし連の直列連結個数を増やすことである。
- (2) がいしの塩害発生は、海塩等の水溶性電解質物質の付着密度だけでなく、^{じんあい}塵埃などの不溶性物質の付着密度にも影響される。
- (3) がいしの塩害は、フラッシュオーバー事故に至らなくても可聴雑音や電波障害の原因にもなる。
- (4) がいしの塩害対策として、絶縁電線の採用やがいしの洗浄、がいし表面へのはっ水性物質の塗布等がある。
- (5) がいしの塩害による地絡事故は、雷害による地絡事故と比べて再閉路に失敗する場合の割合が多い。

問9 次の文章は、我が国の高低圧配電系統における保護について述べた文章である。

6.6 kV 高压配電線路は、60 kV 以上の送電線路や送電用変圧器に比べ、電線路や変圧器の絶縁が容易であるため、故障時に健全相の電圧上昇が大きくなっても特に問題にならない。また、1線地絡電流を (ア) するため (イ) 方式が採用されている。

一般に、多回線配電線路では地絡保護に地絡方向継電器が用いられる。これは、故障時に故障線路と健全線路における地絡電流が (ウ) となることを利用し、故障回線を選択するためである。

低圧配電線路で短絡故障が生じた際の保護装置として (エ) が挙げられるが、これは、通常、柱上変圧器の (オ) 側に取り付けられる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) |
|-----|-----|-----|-----|----------|-----|
| (1) | 小さく | 非接地 | 同位相 | 高压カットアウト | 二次 |
| (2) | 大きく | 接地 | 逆位相 | ケッチヒューズ | 一次 |
| (3) | 大きく | 非接地 | 逆位相 | 高压カットアウト | 二次 |
| (4) | 小さく | 非接地 | 逆位相 | 高压カットアウト | 一次 |
| (5) | 小さく | 接地 | 同位相 | ケッチヒューズ | 一次 |

問 10 電圧 6.6 kV, 周波数 60 Hz, こう長 2 km の交流三相 3 線式地中電線路がある。ケーブルの心線 1 線当たりの静電容量を $0.5 \mu\text{F}/\text{km}$ とするとき, このケーブルの心線 3 線を充電するために必要な三相無負荷充電容量の値 $[\text{kV}\cdot\text{A}]$ として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 5.5 (2) 8.2 (3) 16.4 (4) 28.4 (5) 49.3

問 11 高圧受電設備を構成する機器に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 避雷器(LA)は受電設備の引込口などに設置され、雷及び開閉などによる異常電圧が回路に侵入したとき、大地に放電させるものであり、A種接地工事が施されている。
- (2) 高圧交流負荷開閉器(LBS)は負荷電流、変圧器の励磁電流、線路電流など負荷開閉器の定格電流以下の開閉に使用する。
- (3) 遮断器(CB)は機器の点検・修理の際、その部分を電源から開放し、あるいは回路の接続を変更する目的で用いる。
- (4) 計器用変成器(VCT)は受電設備において、需要家の受電電圧と使用電流を扱いやすい低電圧・小電流に変換する装置である。電力量計と組み合わせて、取引電力量を計量する。
- (5) 高圧進相コンデンサ(SC)は進み力率の無効電力を消費(すなわち、遅れ無効電力を供給)し、力率を改善する働きをもつ。

問 12 三相 3 線式交流送電線があり，電線 1 線当たりの抵抗が $R[\Omega]$ ，受電端の線間電圧が $V_r[V]$ である。今，受電端から力率 $\cos\theta$ の負荷に三相電力 $P[W]$ を供給しているものとする。

この送電線での 3 線の電力損失を P_L とすると，電力損失率 $\frac{P_L}{P}$ を表す式として，正しいものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

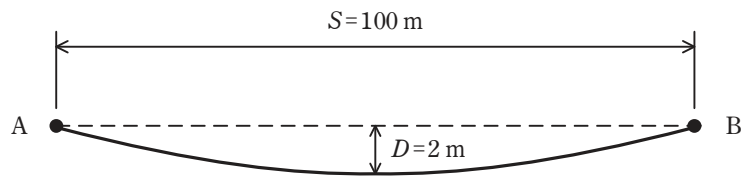
ただし，線路のインダクタンス，静電容量及びコンダクタンスは無視できるものとする。

- (1) $\frac{RP}{3(V_r \cos\theta)^2}$ (2) $\frac{RP}{(V_r \cos\theta)^2}$ (3) $\frac{RP^2}{(V_r \cos\theta)^2}$
- (4) $\frac{3RP}{(V_r \cos\theta)^2}$ (5) $\frac{3RP^2}{(V_r \cos\theta)^2}$

問 13 図のように高低差のない支持点 A, B で支持されている径間 S が 100 m の架空電線路において, 導体の温度が $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ のとき, たるみ D は 2 m であった。

導体の温度が $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ になったとき, たるみ D の値 [m] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

ただし, 電線の線膨張係数は $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ につき 1.5×10^{-5} とし, 張力による電線の伸びは無視するものとする。



- (1) 2.05 (2) 2.14 (3) 2.39 (4) 2.66 (5) 2.89

問 14 送電線路及び配電線路で導電材料として利用される銅に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 銅は、20℃では銀に次いで最も導電率の高い金属である。
- (2) 導体の導電率は、20℃での標準軟銅の導電率を100%として比較した百分率で表される。
- (3) 電線やケーブルの導体材料に使用される銅は、一般に電気銅を精製したものが用いられる。
- (4) 軟銅線は、硬銅線を焼きなますことで製造され、硬銅線と比較して可とう性はよくなり、導電率は低くなる。
- (5) 一般にCVケーブルの銅導体には軟銅線が用いられ、架空送電線の銅導体には硬銅線が用いられる。

B問題(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 重油専焼火力発電所が出力1000MWで運転しており, 発電端効率が41%, 重油発熱量が44000kJ/kgであるとき, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし, 重油の化学成分(重量比)は炭素85%, 水素15%, 炭素の原子量は12, 酸素の原子量は16とする。

(a) 重油消費量の値[t/h]として, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 50 (2) 80 (3) 120 (4) 200 (5) 250

(b) 1日に発生する二酸化炭素の重量の値[t]として, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 9.5×10^3 (2) 12.8×10^3 (3) 15.0×10^3 (4) 17.6×10^3 (5) 28.0×10^3

問 16 図 1 のような T 形回路 (1 相分) があり, 抵抗 $r=20\ \Omega$, リアクタンス $x=80\ \Omega$, アドミタンス $Y=0.0007\text{ S}$ である。 $V_{r1}=150\text{ kV}$, $I_r=400\text{ A}$, 負荷の力率 (遅れ)

$\cos\theta_r = \frac{\sqrt{3}}{2}$ のとき, 次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

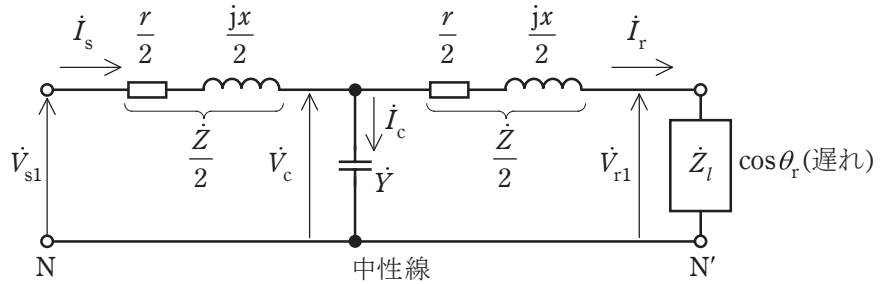


図 1 T 形回路 (1 相分)

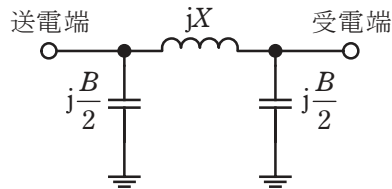
(a) V_c [kV] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 134.2 (2) 152.3 (3) 161.9 (4) 172.0 (5) 180.4

(b) V_{s1} [kV] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 145.9 (2) 155.4 (3) 160.6 (4) 170.1 (5) 180.7

問 17 送電線のフェランチ現象に関する問である。三相 3 線式 1 回線送電線の一相が図の π 形等価回路で表され、送電線路のインピーダンス $jX=j200\ \Omega$ 、アドミタンス $jB=j0.800\ \text{mS}$ とし、送電端の線間電圧が $66.0\ \text{kV}$ であり、受電端が無負荷のとき、次の(a)及び(b)の問に答えよ。



(a) 受電端の線間電圧の値[kV]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 66.0 (2) 71.7 (3) 78.6 (4) 114 (5) 132

(b) 1 線当たりの送電端電流の値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 15.2 (2) 16.6 (3) 28.7 (4) 31.8 (5) 55.1