

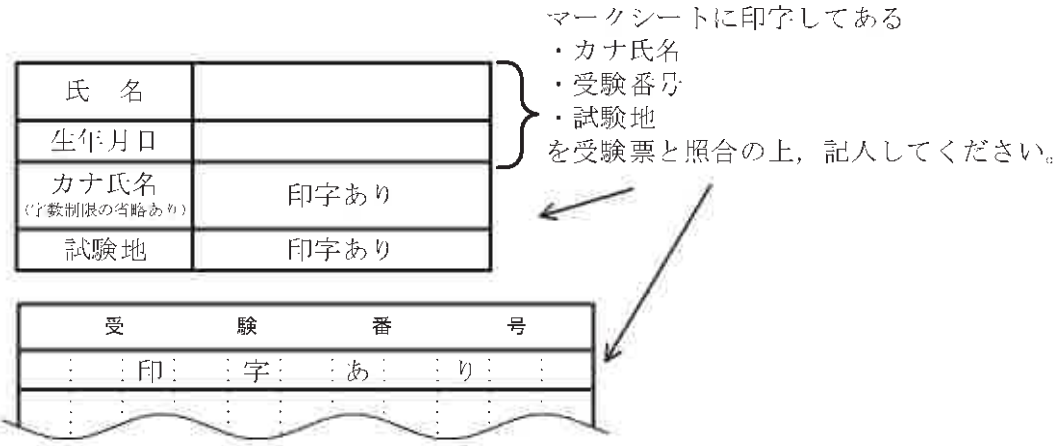
令和 7 年度 下期

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。



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  $R$ [ $\Omega$ ] 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。

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、水力発電所の種類に関する記述である。

水力発電所は (ア) を得る方法により分類すると、水路式、ダム式、ダム水路式があり、 (イ) の利用方法により分類すると、 (ウ) ，調整池式，貯水池式，揚水式がある。

一般的に、水路式はダム式，ダム水路式に比べ (エ) 。また，貯水ができないので発生電力の調整には適さない。ダム式，ダム水路式発電では，ダムに水を蓄えることで (イ) の調整ができるので，電力需要が大きいときにあわせて運転することができる。

河川の自然の流れをそのまま利用して発電する方式を (ウ) 発電という。貯水池などを持たない水路式発電所がこれに相当する。

1 日又は数日程度の河川流量を調整できる大きさの池を持ち，電力需要が小さいときにその池に蓄え，電力需要が大きいときに放流して発電する方式を (オ) 発電という。

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，最も適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	落差	流速	自然放流式	建設期間が長い	ダム式
(2)	流速	落差	自然放流式	建設期間が短い	ダム式
(3)	落差	流量	流込み式	高落差を得にくい	調整池式
(4)	流量	落差	流込み式	高落差を得やすい	調整池式
(5)	落差	流量	流込み式	建設費が安い	貯水池式

問2 水力発電所の水圧管内における単位体積当たりの水が保有している運動エネルギー[J/m<sup>3</sup>]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、水の速度は水圧管の同一断面において管路方向に均一とする。また、 $\rho$ は水の密度[kg/m<sup>3</sup>]、 $v$ は水の速度[m/s]を表す。

- (1)  $\frac{1}{2}\rho v^2$       (2)  $\frac{1}{2}\rho^2 v$       (3)  $2\rho v$       (4)  $\sqrt{2\rho v}$       (5)  $\frac{1}{2}\rho^2 v^2$

問3 次のa)～e)の文章は、汽力発電所の保護装置に関する記述である。

これらの文章の内容について、適切なものと不適切なものの組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- a) 蒸気タービンの回転速度が定格を超える一定値以上に上昇すると、自動的に蒸気止弁を開じて、タービンを停止する非常調速機が設置されている。
- b) ボイラ水の循環が円滑に行われないうとき、水管の焼損事故を防止するため、燃料を遮断してバーナを消火させる燃料遮断弁が設置されている。
- c) 負荷の緊急遮断等によって、ボイラ内の蒸気圧力が一定限度を超えたとき、蒸気を放出させて機器の破損を防ぐため、蒸気加減弁が設置されている。
- d) 蒸気タービンの軸受油圧が異常低下したとき、タービンを停止させるトリップ装置が設置されている。
- e) 発電機固定子巻線の内部短絡を検出・保護するために、比率差動継電器が設置されている。

	a	b	c	d	e
(1)	適切	適切	不適切	適切	不適切
(2)	不適切	不適切	適切	適切	不適切
(3)	不適切	不適切	不適切	不適切	適切
(4)	適切	適切	不適切	適切	適切
(5)	不適切	適切	適切	不適切	適切

問4 日本において将来に向けた検討がなされている新型炉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) 高速増殖炉では、ウラン 238 が速度の遅い熱中性子を吸収して核分裂を起こし、プルトニウム 239 に転換される。
- (2) 高速増殖炉では、燃料の核分裂により消費したプルトニウム 239 の量より多くのプルトニウム 239 が生成される。
- (3) 高温ガス炉では、不活性なヘリウムガスを冷却材、黒鉛を減速材として使用する。
- (4) 核融合炉では、ウランなどの核分裂物質ではなく、軽い原子である水素やヘリウムの核融合反応を利用する。
- (5) 核融合炉では、プラズマ状態にした重水素の原子核をきわめて高速で衝突させて、核融合反応を利用する。

問5 中小水力や風力発電に使用されている誘導発電機の特徴について、同期発電機と比較した記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 構造が簡単で、励磁装置が不要である。
- (2) 始動、系統への並列などの運転操作が簡単である。
- (3) 回転磁界と回転子の速度に差がある。
- (4) 単独で発電することができず、電力系統に並列して運転する必要がある。
- (5) 系統への並列時の突入電流が小さい。

問6 次の文章は、避雷器に関する記述である。

避雷器は、雷又は回路の開閉などに起因する過電圧の (ア) がある値を超えた場合、放電により過電圧を抑制して、電気施設の絶縁を保護する装置である。特性要素としては (イ) が広く用いられ、その (ウ) の抵抗特性により、過電圧に伴う電流のみを大地に放電させ、放電後は (エ) を遮断することができる。発電機用避雷器では、(イ) の優れた電圧-電流特性を利用し、放電耐量が大きく、放電遅れの少ない (オ) 避雷器が主に使用されている。

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)	波高値	ZnO	非線形	続流	ギャップレス
(2)	波頭長	ZnO	非線形	制限電圧	ギャップレス
(3)	波高値	SF <sub>6</sub>	線形	制限電圧	直列ギャップ付き
(4)	波高値	ZnO	線形	続流	直列ギャップ付き
(5)	波頭長	SF <sub>6</sub>	非線形	続流	直列ギャップ付き

問7 6.6 kV 非接地方式配電線及び高圧受電設備の保護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) 高圧受電設備における地絡保護装置は、零相変流器により零相電流を検出して動作させる地絡過電流継電器や、接地用変圧器により零相電圧を検出して零相電流と零相電圧を組み合わせて動作させる地絡方向継電器が用いられる。
- (2) 配電線の保護方式として、故障遮断による供給支障を極力少なくする目的で、故障遮断後に電源側から健全な区間を選別して再送電する時限順送式故障区間分離方式がある。
- (3) 高圧受電設備における地絡保護装置において、地絡過電流継電器は無方向性のため、構内の高圧ケーブルのこう長が短い場合は外部事故時に大きな零相電流が流れて不要動作することがある。
- (4) 地絡事故の保護のため、配電用変電所において各配電線に地絡方向継電器と地絡過電圧継電器を組み合わせて設置される。
- (5) 短絡事故の保護のため、配電用変電所において各配電線に過電流継電器が設置される。

問 8 架空送電線路に関連する設備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) 架空送電線を鉄塔などに固定する絶縁体としてがいしが用いられている。アークホーンをがいしと併設することで、雷撃等をきっかけに発生するアーク放電からがいしを保護することができる。
- (2) 架空送電線への雷撃を防止するために架空地線が設けられており、遮へい角が小さいほど雷撃防止の効果が大きい。
- (3) 超高圧の架空送電線では、スパーサを用いた多導体化により、コロナ放電の抑制が図られている。スパーサはギャロッピングの防止にも効果的である。
- (4) 電線に一樣な微風が吹くと、電線の背後に空気の渦が生じて電線が上下に振動するサブスパン振動が発生する。振動エネルギーを吸収するダンパを電線に取り付けることで、この振動による電線の断線防止が図られている。
- (5) 鉄塔又は架空地線に直撃雷があると、鉄塔から送電線へ逆フラッシュオーバが起ることがある。埋設地線等により鉄塔の接地抵抗を小さくすることで、逆フラッシュオーバの抑制が図られている。

問9 架空送電線路の雷害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) 二回線送電線路で、両回線の絶縁に格差を設け、二回線にまたがる事故を抑制する方法を不平衡絶縁方式という。
- (2) 架空地線を多条化することで、架空地線と電力線間の結合率が増加し、鉄塔雷撃時に発生するアークホーン間電圧が抑制できるので、逆フラッシュオーバの発生が抑制できる。
- (3) 鉄塔塔脚の接地抵抗を低減させることで、電力線への雷撃に伴う逆フラッシュオーバの発生を抑制できる。
- (4) 送電用避雷装置は雷撃時に発生するアークホーン間電圧を抑制できるので、雷による事故を抑制できる。
- (5) 直撃雷から架空送電線を遮へいする効果を大きくするためには、架空地線の遮へい角を小さくする。

問10 地中ケーブルの布設方法には、大別して直接埋設式、管路式、暗きょ式などがある。これら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) 工事費が安く、工事期間が短い布設方法は、一般に直接埋設式、管路式、暗きょ式の順である。
- (2) 直接埋設式では、管路あるいは暗きょといった構造物を伴わないが、地中送電線路内での事故発生に対する事故復旧は一般に管路式、暗きょ式と比較して時間を要する。
- (3) 直接埋設式での電力ケーブルの外傷被害等を受けるリスクは、一般に管路式や暗きょ式と比べて高い。
- (4) 暗きょ式、管路式は、直接埋設式と比べると、将来の電力ケーブル増設が容易である。
- (5) 管路式では、一般に直接埋設式、暗きょ式と比較して熱放散が良いため、電力ケーブルの多条数布設に対して送電容量の制約を受けにくい。

問 11 直流送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) 非同期連系ができ、異周波数間の系統連系が可能である。
- (2) 送電線のリアクタンスの影響がなく交流の安定度による制約が無いため、電線の許容電流限度まで送電できることから大電力の長距離送電が可能である。
- (3) 直流は零点を通過しないため、故障時に生じる大電流を遮断できる直流遮断器の開発に課題がある。
- (4) 直流電圧の最大値は同じ実効値の交流電圧より高くなるため、絶縁レベルを増加させる必要がある。
- (5) 送受電端に交直変換装置が必要となり、他励式の場合は変換装置から発生する高調波対策が必要となる。

問 12 定格容量  $20 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 、一次側定格電圧  $77 \text{ kV}$ 、二次側定格電圧  $6.6 \text{ kV}$ 、百分率インピーダンス  $10.6 \%$  (基準容量  $20 \text{ MV}\cdot\text{A}$ ) の三相変圧器がある。三相変圧器の一次側は  $77 \text{ kV}$  の電源に接続され、二次側は負荷のみが接続されている。三相変圧器の一次側から見た電源の百分率インピーダンスは、 $1.1 \%$  (基準容量  $20 \text{ MV}\cdot\text{A}$ ) である。抵抗分及びその他の定数は無視する。三相変圧器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、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 260.0      (2) 6.0      (3) 20.0      (4) 2.6      (5) 1.5

問 13 定格容量  $200 \text{ kV}\cdot\text{A}$  の変圧器に、出力  $P$  が  $120 \text{ kW}$ 、遅れ力率  $\cos\theta$  が  $0.6$  の負荷が接続されている。変圧器の定格容量の範囲内で、この負荷と並列に遅れ力率  $\cos\theta$  が  $0.6$  の負荷を増設すると共に、進相コンデンサを接続して遅れ力率  $\cos\theta$  を  $0.8$  に改善したい。増設できる負荷(力率  $\cos\theta$  が  $0.6$ )の皮相電力  $S'$  [ $\text{kV}\cdot\text{A}$ ]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 93.3      (2) 120      (3) 66.7      (4) 160      (5) 40

問 14 磁性材料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) 鉄，ニッケル，コバルト及びこれらの合金は強磁性体である。
- (2) 強磁性体に交番磁界を加えると，ヒステリシス損と渦電流損とを含む鉄損が生じて発熱する。
- (3) 交番磁界に対して，強磁性体中の磁束の周りに起電力が生じることでヒステリシス損が発生する。
- (4) ヒステリシス損は，交番磁界の大きさと強磁性体中の磁束密度の大きさとの関係を示す軌跡曲線の囲む面積と交番磁界の周波数に比例する。
- (5) 渦電流損は，厚さが薄く，表面を電気絶縁処理した強磁性体を，磁束方向に対して平行に積層する構造とすることで低減することができる。

**B問題**(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

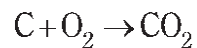
問15 最大出力600MWの重油専焼火力発電所がある。重油の発熱量は44000kJ/kgで、潜熱は無視するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 45000MW・hの電力量を発生するために使用された重油消費量が $9.1 \times 10^3$ tであるときの発電端効率の値[%]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 37.8      (2) 38.7      (3) 39.6      (4) 40.5      (5) 41.4

(b) 最大出力で24時間運転した場合の発電端効率が45.0%であるとき、発生する二酸化炭素量の値[t]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

なお、重油の化学成分は重量比で炭素85.0%、水素15.0%、原子量は炭素12、酸素16とする。炭素の酸化反応は次のとおりである。



- (1)  $6.83 \times 10^2$     (2)  $6.83 \times 10^3$     (3)  $8.16 \times 10^3$     (4)  $9.18 \times 10^3$     (5)  $1.08 \times 10^4$

問 16 三相 3 線式 1 回線の専用配電線がある。変電所の送り出し電圧が 6 600 V、末端にある負荷の端子電圧が 6 450 V、力率が遅れの 70 % であるとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、電線 1 線当たりの抵抗は  $0.5 \Omega/\text{km}$ 、リアクタンスは  $0.4 \Omega/\text{km}$ 、線路のこう長は 5 km とする。また、送電端電圧と受電端電圧との相差角は小さいものとする。

(a) この負荷に供給される電力  $W_1$  の値 [kW] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

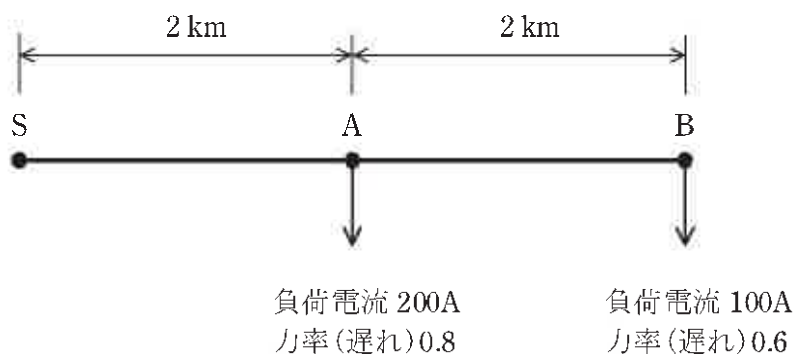
- (1) 369      (2) 180      (3) 123      (4) 213      (5) 240

(b) 負荷が遅れ力率 80 %、 $W_2$  [kW] に変化したが線路損失は変わらなかった。 $W_2$  の値 [kW] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 141      (2) 243      (3) 274      (4) 415      (5) 334

問 17 図のような、A 点及び B 点に負荷を有する三相 3 線式高圧配電線がある。電源側 S 点の線間電圧を 6 600 V とするとき、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし、配電線 1 線当たりの抵抗及びリアクタンスはそれぞれ  $0.3 \Omega/\text{km}$  とする。



(a) S-A 間に流れる電流の有効成分の値[A]として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 160            (2) 240            (3) 220            (4) 200            (5) 140

(b) B 点における線間電圧の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 6 020            (2) 5 770            (3) 6 460            (4) 6 130            (5) 6 260

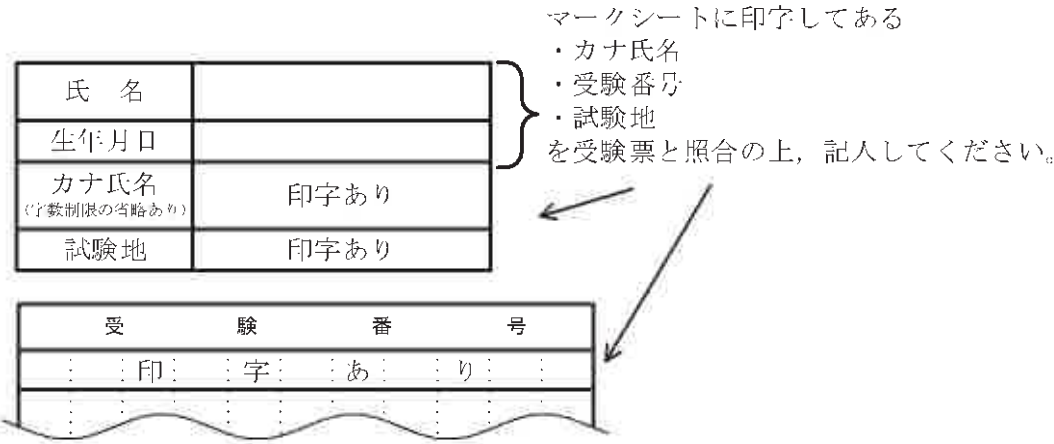
令和 7 年度 上期

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。



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 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例:  $I$ [A] 抵抗  $R$ [ $\Omega$ ] 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 水力発電所の理論水力  $P$  は位置エネルギーの式から  $P=\rho gQH$  と表される。ここで  $H[\text{m}]$  は有効落差,  $Q[\text{m}^3/\text{s}]$  は流量,  $g$  は重力加速度  $=9.8\text{ m/s}^2$ ,  $\rho$  は水の密度  $=1\,000\text{ kg/m}^3$  である。以下に理論水力  $P$  の単位を検証することとする。なお, Pa は「パスカル」, N は「ニュートン」, W は「ワット」, J は「ジュール」である。

$P=\rho gQH$  の単位は  $\rho$ ,  $g$ ,  $Q$ ,  $H$  の単位の積であるから,  $\text{kg/m}^3 \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$  となる。これを変形すると,  $(ア)$   $\cdot \text{m/s}$  となるが,  $(ア)$  は力の単位  $(イ)$  と等しい。すなわち  $P=\rho gQH$  の単位は  $(イ)$   $\cdot \text{m/s}$  となる。ここで  $(イ)$   $\cdot \text{m}$  は仕事(エネルギー)の単位である  $(ウ)$  と等しいことから  $P=\rho gQH$  の単位は  $(ウ)$  /s と表せ, これは仕事率(動力)の単位である  $(エ)$  と等しい。ゆえに, 理論水力  $P=\rho gQH$  の単位は  $(エ)$  となるが, 重力加速度  $g=9.8\text{ m/s}^2$  と水の密度  $\rho=1\,000\text{ kg/m}^3$  の数値 9.8 と 1000 を考慮すると  $P=9.8QH[ (オ) ]$  と表せる。

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)	kg・m	Pa	W	J	kJ
(2)	kg・m/s <sup>2</sup>	N	J	W	kW
(3)	kg・m/s <sup>2</sup>	Pa	J	W	kW
(4)	kg・m	N	J	W	kW
(5)	kg・m/s <sup>2</sup>	N	W	J	kJ

問2 汽力発電設備において、タービン出力が 175 MW、蒸気タービンの効率が 92 %で、タービン入口における蒸気のエンタルピーが 32 500 kJ/kg、復水器入口における蒸気のエンタルピーが 30 800 kJ/kg であるとき、このタービンの使用蒸気量の値[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) 86            (2) 112            (3) 248            (4) 341            (5) 403

問3 汽力発電設備において、水、蒸気、燃焼ガスが、ボイラ及びタービンを構成する主要設備を通過する一般的な順序の記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)	水	給水ポンプ	→	節炭器	→	蒸気ドラム
(2)	蒸気	蒸気ドラム	→	過熱器	→	高圧タービン
(3)	蒸気	再熱器	→	低圧タービン	→	復水器
(4)	燃焼ガス	火炉	→	過熱器	→	節炭器
(5)	燃焼ガス	節炭器	→	電気集じん装置	→	空気予熱器

問4 次の文章は、原子力発電における原子燃料サイクルに関する記述である。

天然ウランには主に質量数 235 と 238 の同位体があるが、原子力発電所の燃料として有用な核分裂性物質のウラン 235 の割合は、全体の 0.7%程度にすぎない。そこで、採鉱されたウラン鉱石は製錬、転換されたのち、遠心分離法などによって、ウラン 235 の濃度が軽水炉での利用に適した値になるように濃縮される。その濃度は (ア) %程度である。さらに、その後、再転換、加工され、原子力発電所の燃料となる。

原子力発電所から取り出された使用済燃料からは、(イ) によってウラン、プルトニウムが分離抽出され、これらは再び燃料として使用することができる。プルトニウムはウラン 238 から派生する核分裂性物質であり、ウランとプルトニウムとを混合した (ウ) を軽水炉の燃料として用いることをプルサーマルという。

また、軽水炉の転換比は 0.6 程度であるが、高速中性子によるウラン 238 のプルトニウムへの変換を利用した (エ) では、消費される核分裂性物質よりも多くの量の新たな核分裂性物質を得ることができる。

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)	3～5	再処理	MOX 燃料	高速増殖炉
(2)	3～5	再処理	イエローケーキ	高速増殖炉
(3)	3～5	再加工	イエローケーキ	新型転換炉
(4)	10～20	再処理	イエローケーキ	高速増殖炉
(5)	10～20	再加工	MOX 燃料	新型転換炉

問5 次の文章は、バイオマス発電に関する記述である。

バイオマス発電は、植物等の  物から得られる燃料を利用した発電と定義することができ、燃料の代表的なものには、木くずから得られる  やさとうきびから得られるエタノールがある。植物から燃料を得る場合、その植物に吸収される  量と発電時の  発生量を同じとすることができれば、環境に負担をかけないエネルギー源となる。バイオマス発電の設備は、一般的に  である。

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)	無機	固形化燃料	二酸化炭素	小規模分散型
(2)	無機	メタン	窒素化合物	小規模分散型
(3)	有機	メタン	窒素化合物	大規模集中型
(4)	有機	メタン	二酸化炭素	大規模集中型
(5)	有機	固形化燃料	二酸化炭素	小規模分散型

問6 ガス絶縁開閉装置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) 絶縁性能の高いガスを用いることで装置を小形化でき、気中絶縁の装置を用いた変電所と比較して、変電所の体積と面積を大幅に縮小できる。
- (2) 我が国では、ガス絶縁開閉装置の保守や廃棄の際、絶縁ガスの大部分は回収されている。
- (3) ガス絶縁開閉装置の絶縁ガスは、大気圧以下のSF<sub>6</sub>ガスである。
- (4) ガス絶縁開閉装置の金属容器内部に、金属異物が混入すると、絶縁性能が低下することがあるため、製造時や据え付け時には、金属異物が混入しないよう、細心の注意が払われる。
- (5) ガス絶縁開閉装置の充電部を支持するスペーサにはエポキシ等の樹脂が用いられる。

問7 分散型電源の配電系統連系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) 大規模太陽光発電等の分散型電源が連系した場合、配電用変電所に設置されている変圧器に逆向きの潮流が増加し、配電線の電圧が上昇する場合がある。
- (2) 太陽光発電や燃料電池発電等の電源は、電力変換装置を用いて電力系統に連系されるため、高調波電流の流出を抑制するフィルタ等の設置が必要になることがある。
- (3) 分散型電源からの逆潮流による系統電圧の上昇を抑制するために、受電点の力率は系統側から見て進み力率とする。
- (4) 比較的大容量の分散型電源を連系する場合は、専用線による連系や負荷分割等配電系統側の増強が必要になることがある。
- (5) 分散型電源からの逆潮流等により他の低圧需要家の電圧が適正値を維持できない場合は、ステップ式自動電圧調整器(SVR)を設置する等の対策が必要になることがある。

問8 架空送電線路の構成部品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) 鋼心アルミより線は、アルミ線を使用することで質量を小さくし、これによる強度の不足を、鋼心を用いることで補ったものである。
- (2) がいしは、電線と鉄塔などの支持物との間を絶縁するために使用する。雷撃などの異常電圧による絶縁破壊は、がいし内部で起こるように設計されている。
- (3) 架空送電線におけるねん架とは、送電線各相の作用インダクタンスと作用静電容量を平衡させるために行われるもので、ジャンパ線を用いて電線の配置を入れ替えることができる。
- (4) 電線の微風振動やギャロッピングを抑制するために、電線にダンパを取り付け、振動エネルギーを吸収する方法がとられる。
- (5) 送電線やがいしを雷撃などの異常電圧から保護するための設備に架空地線がある。架空地線には、光ファイバを内蔵し電力用通信線として使用されるものもある。

問9 次の文章は、架空送電線路に関する記述である。

架空送電線路が通信線路に接近していると、通信線路に電圧が誘導されて設備やその取扱者に危害を及ぼす等の障害が生じるおそれがある。この障害を誘導障害といい、次の2種類がある。

- ① 架空送電線路の電圧により通信線路に誘導電圧を発生させる (ア) 障害。
- ② 架空送電線路の電流が、架空送電線路と通信線路間の (イ) を介して通信線路に誘導電圧を発生させる (ウ) 障害。

三相架空送電線路が十分にねん架されていれば、平常時は、電圧や電流によって通信線路に現れる誘導電圧は (エ) となるので0Vとなる。三相架空送電線路に (オ) 事故が生じると、電圧や電流は不平衡になり、通信線路に誘導電圧が現れ、誘導障害が生じる。

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)	磁気誘導	誘導リアクタンス	ファラデー	大きさの差	三相短絡
(2)	静電誘導	自己インダクタンス	電磁誘導	大きさの和	1線地絡
(3)	静電誘導	相互インダクタンス	電磁誘導	ベクトルの和	1線地絡
(4)	磁気誘導	相互インダクタンス	電荷誘導	ベクトルの和	三相短絡
(5)	磁気誘導	誘導リアクタンス	ファラデー	ベクトルの差	2線地絡

問 10 地中送電線路に使用される各種電力ケーブル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) OF ケーブルは、絶縁体として絶縁紙と絶縁油を組み合わせた油浸紙絶縁ケーブルである。OF ケーブルには油通路が設けられており、絶縁油の加圧によりボイドの発生を抑制して絶縁強度を確保するための給油設備が必要である。
- (2) CV ケーブルは、絶縁体として架橋ポリエチレンを使用したケーブルである。架橋ポリエチレンは、ポリエチレンの分子構造を架橋反応により立体網目状分子構造とすることで、熱可塑性を大幅に向上させた絶縁材料である。
- (3) CV ケーブルは、OF ケーブルと比較して給油設備が不要であり、保守性に優れている。一方で、水トリーの発生による絶縁劣化があるため、CV ケーブルには金属シースや遮水層を設ける場合がある。
- (4) CVT ケーブルは、単心 CV ケーブル 3 条をより合わせたトリプレックス形 CV ケーブルであり、3 心共通シース形 CV ケーブルと比較してケーブルの熱抵抗が小さいため電流容量を大きくできるとともに、ケーブルの接続作業性がよい。
- (5) OF ケーブルは、油圧の常時監視によって金属シースや鋼管の欠陥、外傷などに起因する漏油を検知することで、油圧の異常低下による絶縁破壊事故の未然防止を図ることができる。

問 11 100/200 V 単相 3 線式配電方式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) 単相 200 V 負荷の使用が可能である。
- (2) 配電容量が等しい場合、100 V 単相 2 線式配電方式より電線の銅量が少なく  
てすむ。
- (3) バランサは、電源の近くに設ける方が効果大きい。
- (4) 負荷の分布によっては、負荷電圧が不平衡になることがある。
- (5) 中性線が断線すると、異常電圧を発生することがある。

問 12 ある架空電線路の支持点間は 200 m, たるみは 3.0 m である。この架空電線路の電線と単位長さあたりの重量が同じ電線を用い, この架空電線路と同じ水平方向の引張強さで支持点間 240 m を架線する。このときの電線の実長  $L$  [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, いずれの架空電線路においても二つの支持点の高さは同一とする。

- (1) 240.04      (2) 240.05      (3) 240.14      (4) 240.21      (5) 240.25

問 13 三相 3 線式配電線により遅れ力率 70 %,  $W_1$  [kW] の負荷に電力を供給している。負荷が遅れ力率 91 %,  $W_2$  [kW] に変化したが生路損失は変わらなかった。 $W_2$  は  $W_1$  の何倍か。最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。ただし、負荷の端子電圧は変わらないものとする。

- (1) 0.77      (2) 1.3      (3) 2.3      (4) 1.1      (5) 1.7

問 14 六ふっ化硫黄(SF<sub>6</sub>)ガス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) アーク放電の消弧能力は、空気よりも優れている。
- (2) 比重は空気よりも大きく、化学的に安定した不燃性のガスであるが、特有の臭いがある。
- (3) オゾン層への影響は無視できるが、地球温暖化への影響が大きいガスである。
- (4) ガス遮断器やガス絶縁変圧器の絶縁媒体として利用される。
- (5) 絶縁破壊電圧は、同じ圧力の空気と比較すると高い。

**B問題**(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問 15 図の流況曲線を持つ河川の全流量を使用できる調整池式水力発電所において, 発電所の使用流量 $[m^3/s]$ と調整池の有効貯水容量 $[m^3]$ について, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

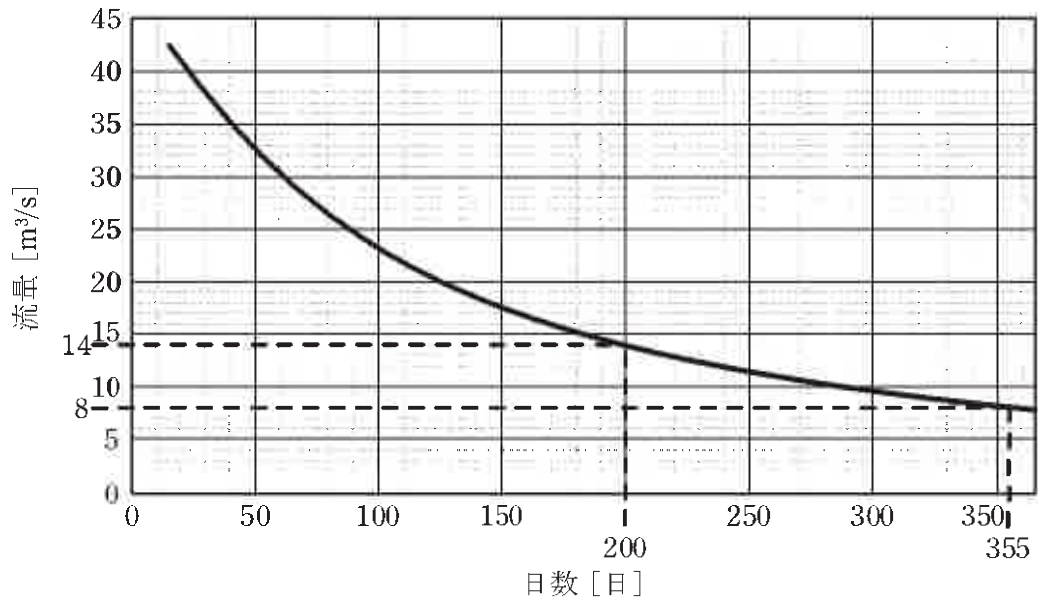


図 流況曲線

(a) 1日単位の調整運転を行う場合、上記流況曲線の濁水量  $8\text{ m}^3/\text{s}$  において、1日に6時間の運転を可能とする最大の使用流量 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] と、当該時間外に調整池に流入する貯水量 [ $\text{m}^3$ ] の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ここで、当該6時間の最大使用流量での運転以外の時間は、水車・発電機を停止して調整池に河川の全流量を貯水するものとする。

	最大使用流量 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	貯水量 [ $\text{m}^3$ ]
(1)	22.8	410 400
(2)	28.8	518 400
(3)	34.8	518 400
(4)	28.8	410 400
(5)	32.0	518 400

(b) 上記流況曲線で200口以上発生する流量において、小問(a)の最大使用流量で1日8時間の運転を可能とするための有効貯水容量 [ $\text{m}^3$ ] として、最も小さいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 420 000      (2) 500 000      (3) 440 000      (4) 460 000      (5) 520 000

問 16 変電所に設置された一次電圧 66 kV、二次電圧 22 kV、容量 50 MV・A の三相変圧器に、22 kV の無負荷の線路が接続されている。その線路が、変電所から負荷側 500 m の地点で三相短絡を生じた。

三相変圧器の結線は、一次側と二次側が Y-Y 結線となっている。

ただし、一次側からみた変圧器の 1 相当りの抵抗は  $0.05\Omega$ 、リアクタンスは  $7\Omega$ 、故障が発生した線路の 1 線当たりのインピーダンスは  $(0.20+j0.45)\Omega/\text{km}$  とし、変圧器一次電圧側の線路インピーダンス及びその他の値は無視するものとする。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

(a) 短絡電流の値 [kA] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 21.8      (2) 10.5      (3) 12.6      (4) 6.5      (5) 17.3

(b) 短絡前に、22 kV に保たれていた三相変圧器の母線の線間電圧は、三相短絡故障したとき、何 kV に低下するか。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) 8.70      (2) 2.72      (3) 5.37      (4) 1.34      (5) 4.71

問 17 定格容量  $750 \text{ kV}\cdot\text{A}$  の三相変圧器に遅れ力率  $0.9$  の三相負荷  $500 \text{ kW}$  が接続されている。

この三相変圧器に新たに遅れ力率  $0.8$  の三相負荷  $200 \text{ kW}$  を接続する場合、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 負荷を追加した後の無効電力の値[kvar]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 472      (2) 525      (3) 339      (4) 392      (5) 610

(b) この変圧器の過負荷運転を回避するために、変圧器の二次側に設置が必要な最小の電力用コンデンサ容量の値[kvar]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 70      (2) 256      (3) 203      (4) 123      (5) 50

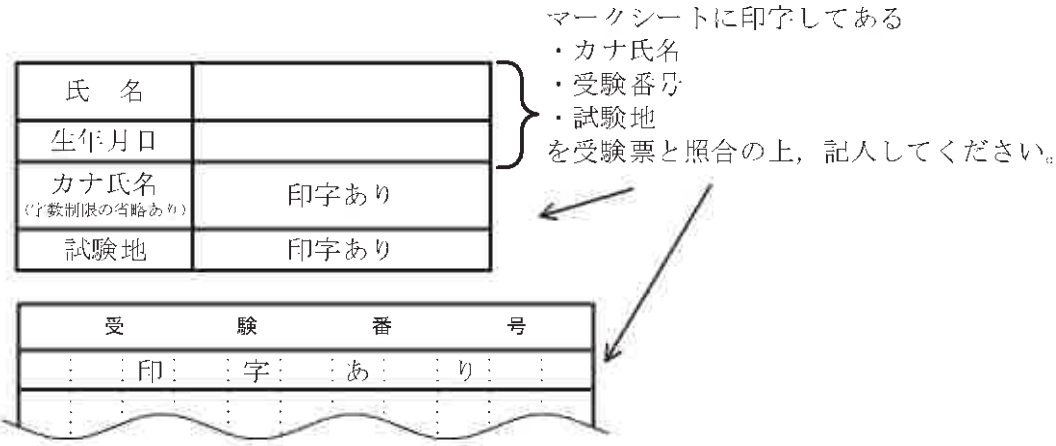
令和 6 年度 下期

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。



- 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 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例:  $I$ [A] 抵抗  $R$ [ $\Omega$ ] 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 $\Delta$ 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  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  。衝動タービンは蒸気の圧力が  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  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  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 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 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、<sup>しんあい</sup>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 高圧配電線路は、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	高圧カットアウト	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	高圧カットアウト	二次
(4)	小さく	非接地	逆位相	高圧カットアウト	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, 長さ 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。

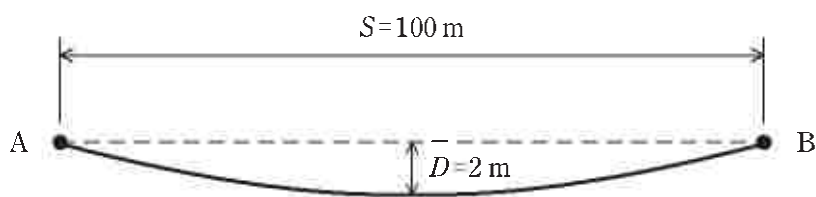
ただし、線路のインダクタンス、静電容量及びコンダクタンスは無視できるものとする。

- (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  $1.5 \times 10^{-5}$  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)の問に答えよ。

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)  $9.5 \times 10^3$     (2)  $12.8 \times 10^3$     (3)  $15.0 \times 10^3$     (4)  $17.6 \times 10^3$     (5)  $28.0 \times 10^3$

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。

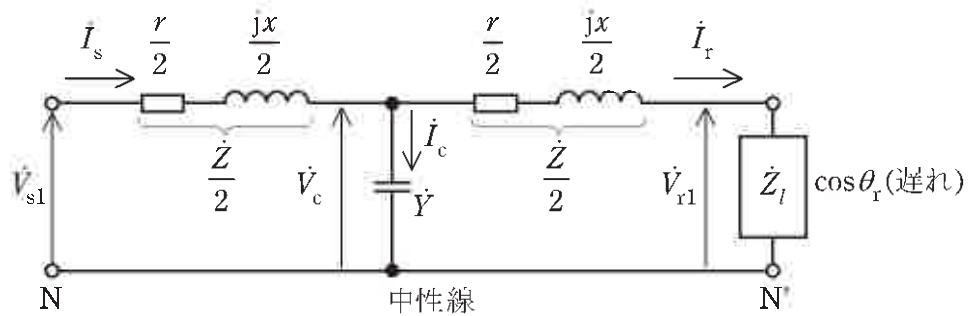


図 1 T 形回路(1 相分)

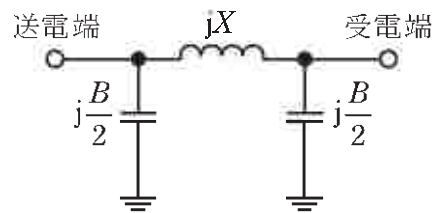
(a)  $V_c$  [kV] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (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 1 相が図の  $\pi$  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) の間に答えよ。



(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

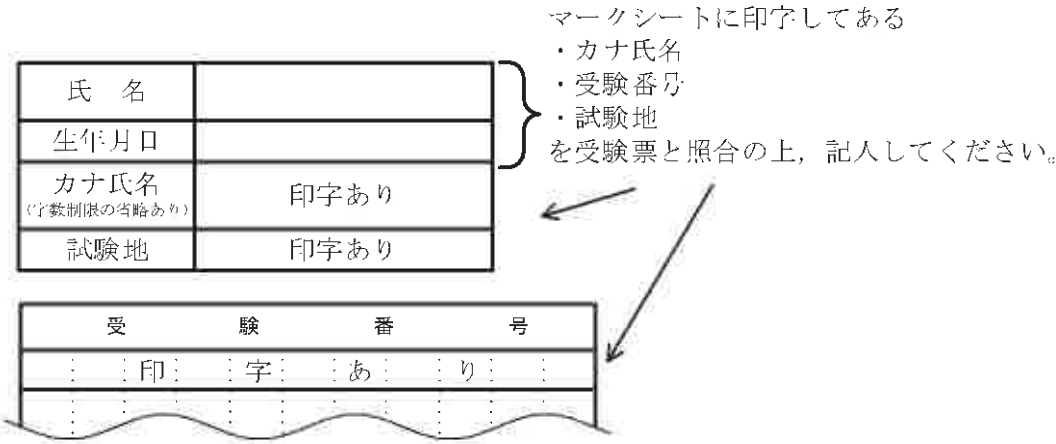
令和 6 年度 上期

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。



- 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 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例:  $I$ [A] 抵抗  $R$ [ $\Omega$ ] 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 水力発電所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) 衝動水車にはペルトン水車などがある。
- (2) ペルトン水車の水圧管の先端ノズル内にはニードル弁があり、通常運転時は出力変化に応じて流量調整を行う。
- (3) 故障発生時などでペルトン水車を急停止させるときは、ニードル弁でノズルから出る噴流を急速に止めると同時にデフレクタを停止位置にして噴流を完全に遮断する。
- (4) 小水力発電は、主に流れ込み式、水路式が多く、比較的小規模な発電設備で発電を行う。一般河川の水のエネルギーの利用だけでなく、農業用水、上下水道など低落差あるいは少流量の水のエネルギーも活用している。
- (5) クロスフロー水車は小水力発電で多く用いられ、円筒状のランナの軸に直角方向から流水が流入しランナ内を貫通して流出する水車である。ガイドベーンを有し低流量時でも効率低下が小さい。

問2 総落差 200 m, ポンプ水車・発電電動機 1 台よりなる揚水発電所がある。揚水時・発電時共に流量は  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , 損失水頭は揚水・発電共に総落差の 2.5 %, ポンプ効率・水車効率共に 85 %, 発電効率・電動機効率共に 98 %とし, 損失水頭及び上記 4 種の効率は, 揚程, 落差, 出力, 入力の変化によらず一定とする。

揚水時の電動機入力[MW]と, 発電時の発電機出力[MW]の組合せとして, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

	電動機入力[MW]	発電機出力[MW]
(1)	235	163
(2)	235	159
(3)	241	163
(4)	241	159
(5)	229	167

問3 一般的な排熱回収方式のガスタービンコンバインドサイクル発電を、同一出力の汽力発電と比較した記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) コンバインドサイクル発電の方が、始動・停止時間が短い。
- (2) コンバインドサイクル発電の方が、負荷変化に対する追従性が高い。
- (3) コンバインドサイクル発電の方が、熱効率が高い。
- (4) コンバインドサイクル発電の方が、外気温の最大出力に与える影響が小さい。
- (5) コンバインドサイクル発電の方が、温排水量が少ない。

問4 1gのウラン 235 が核分裂し、0.09%の質量欠損が生じたとき、発生するエネルギーを石炭に換算した値[kg]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、石炭の発熱量を 25 000 kJ/kg とする。

- (1) 32            (2) 320            (3) 1 600            (4) 3 200            (5) 6 400

問5 燃料電池の原理と特徴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) 燃料は外部から供給され、直接、交流電力を発生する。
- (2) 電解質により、りん酸形、熔融炭酸塩形、固体高分子形などに分類される。
- (3) 水の電気分解と逆の化学反応を利用した発電方式である。
- (4) 発電時の排熱を空調や給湯に活用できる。
- (5) 天然ガスやメタノールを改質して発生させた水素を燃料として利用できる。

問6 次の文章は、ガス絶縁開閉装置(GIS)に関する記述である。

ガス絶縁開閉装置(GIS)は、金属容器に遮断器、断路器、母線などを収納し、絶縁耐力及び消弧能力の優れた (ア) を充填したもので、充電部を支持するスペーサなどの絶縁物には、主に (イ) が用いられる。また、気中絶縁の設備に比べてGISには次のような特徴がある。

- ① コンパクトである。
- ② 充電部が密閉されており、安全性が高い。
- ③ 大気中の汚染物等の影響を受けないため、信頼性が (ウ) 。
- ④ 内部事故時の復旧時間が (エ) 。

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)	SF <sub>6</sub> ガス	エポキシ樹脂	低い	短い
(2)	SF <sub>6</sub> ガス	エポキシ樹脂	高い	長い
(3)	窒素ガス	磁器がいし	低い	長い
(4)	窒素ガス	エポキシ樹脂	高い	短い
(5)	SF <sub>6</sub> ガス	磁器がいし	高い	短い

問7 配電線路の電圧維持に有効な対策として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 負荷時タップ切換変圧器や負荷時電圧調整器で変電所の送り出し電圧を調整する。
- (2) 力率改善用コンデンサを設置する。
- (3) 太い配電線に張り替える。
- (4) 配電線のこう長を延長する。
- (5) 柱上変圧器を負荷の中心に設置する。

問8 架空送電線の振動の特徴と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) 送電線の上下配列にオフセットを設けて、電線どうしが接触しないようにする方法がある。
- (2) 電線に当たる一様な微風により、電線の背後に空気の渦が生じ、電線が上下に振動する現象を微風振動といい、これを抑制する方法としてダンパの取付けがある。
- (3) 電線に付着した氷雪の断面が非対称になり、これに風が当たることで発生する揚力の影響で、電線が振動する現象をギャロッピングといい、多導体では発生しにくい。
- (4) 多導体の送電線に風速 10 m/s を超える風が当たることで、多導体の素導体が不安定になり電線が振動する現象をサブスパン振動という。
- (5) 電線に付着した氷雪が脱落し、その反動で電線がはね上がる現象をスリートジャンプという。

問9 電力系統に現れる過電圧(異常電圧)はその発生原因により、外部過電圧と内部過電圧とに分類される。前者は、雷放電現象に起因するもので雷サージ電圧ともいわれる。後者は、電線路の開閉操作等に伴う開閉サージ電圧と地絡事故時等に発生する短時間交流過電圧とがある。

各種過電圧に対する電力系統の絶縁設計の考え方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。

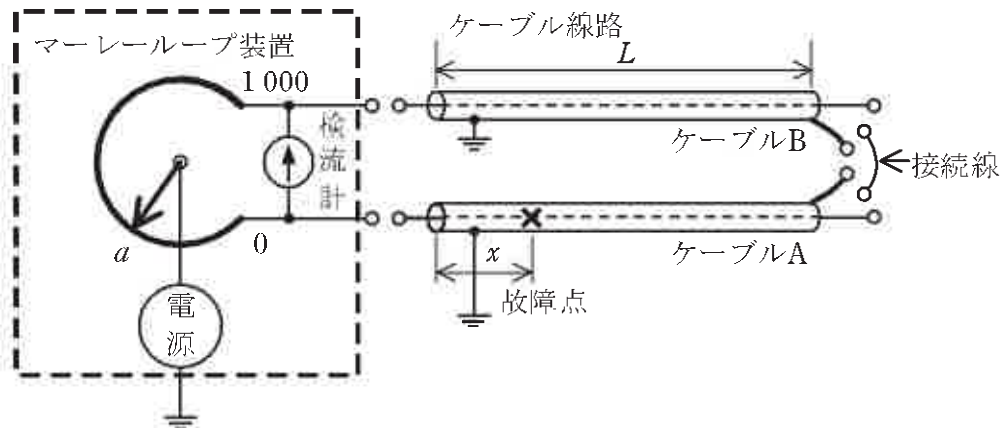
- (1) 絶縁協調とは、送電線路や発電電所に設置される電力設備等の絶縁について、安全性と経済性のとれた絶縁設計を行うために、外部過電圧そのものの大きさを低減することである。
- (2) 避雷器は、過電圧の波高値がある値を超えた場合、特性要素に電流が流れることにより過電圧値を制限して電力設備の絶縁を保護し、かつ、続流を短時間のうちに遮断して原状に自復する機能を持った装置である。
- (3) 架空送電線路の絶縁は、外部過電圧に対しては、必ずしも十分に耐えるように設計されるとは限らない。
- (4) 送電線路の絶縁及び発電電所に設置される電力設備等の絶縁は、いずれも原則として、内部過電圧に対しては十分に耐えるように設計される。
- (5) 発電電所に設置される電力設備等の絶縁は、外部過電圧に対しては、避雷器によって保護されることを前提に設計される。その保護レベルは、避雷器の制限電圧に基づいて決まる。

問 10 次の文章は、マーレーループ法に関する記述である。

マーレーループ法はケーブル線路の故障点位置を標定するための方法である。この基本原理は (7) ブリッジに基づいている。図に示すように、ケーブル A の一箇所においてその導体と遮へい層の間に地絡故障を生じているとする。この場合に故障点の位置標定を行うためには、マーレーループ装置を接続する箇所の逆側端部において、絶縁破壊を起こしたケーブル A と、これに並行する絶縁破壊を起こしていないケーブル B の (イ) どうしを接続して、ブリッジの平衡条件を求める。ケーブル線路長を  $L$ 、マーレーループ装置を接続した端部側から故障点までの距離を  $x$ 、ブリッジの全目盛を 1000、ブリッジが平衡したときのケーブル A に接続されたブリッジ端子までの目盛の読みを  $a$  としたときに、故障点までの距離  $x$  は (ウ) で示される。

なお、この原理上、故障点の地絡抵抗が (エ) ことがよい位置標定精度を得るうえで必要である。

ただし、ケーブル A、B は同一仕様、かつ、同一長とし、また、マーレーループ装置とケーブルの接続線、及びケーブルどうしの接続線のインピーダンスは無視するものとする。



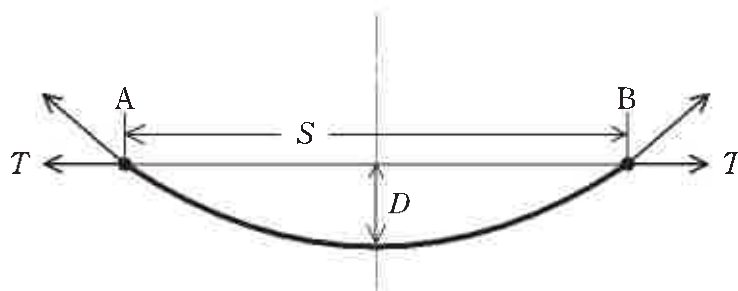
上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	ホイトストーン	遮へい層	$\frac{aL}{500}$	十分低い
(2)	シェーリング	導体	$2L - \frac{aL}{500}$	十分高い
(3)	シェーリング	遮へい層	$2L - \frac{aL}{500}$	十分高い
(4)	ホイトストーン	導体	$\frac{aL}{500}$	十分低い
(5)	ホイトストーン	導体	$\frac{aL}{500}$	十分高い

問 11 送配電方式として広く採用されている交流三相方式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) 電源側をY結線としたうえで、中性線を施設して三相4線式とすると、線間電圧と相電圧の両方を容易に取り出して利用できるようになる。
- (2) 同一材料の電線を使用して、同じ線間電圧で同じ電力を同じ距離に、同じ損失で送電する場合に必要な電線の総重量は、三相3線式でも单相2線式と同等である。
- (3) 回転磁界が容易に得られるため、動力源として三相誘導電動機の活用に便利である。
- (4) 三相回路が平衡している場合、三相交流全体の瞬時電力は時間に無関係な一定値となり、単相交流の場合のように脈動しないという利点がある。
- (5) 発電機では、同じ出力ならば、单相の場合に比べるとより小形に設計できて効率がよい。

問 12 図のように高低差のない支持点 A, B で、径間長  $S$  の架空送電線において、架線の水平張力  $T$  を調整してたるみ  $D$  を 10% 小さくし、電線地上高を高くしたい。この場合の水平張力の値として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、両側の鉄塔は十分な強度があるものとする。



- (1)  $0.9^2 T$       (2)  $0.9T$       (3)  $\frac{T}{\sqrt{0.9}}$       (4)  $\frac{T}{0.9}$       (5)  $\frac{T}{0.9^2}$

問 13 こう長 20 km の三相 3 線式 2 回線の送電線路がある。受電端で 33 kV, 6 600 kW, 力率 0.9 の三相負荷に供給する場合, 受電端電力に対する送電損失を 5 % 以下にするための電線の最小断面積の値 [mm<sup>2</sup>] として, 計算値が最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

ただし, 使用電線は, 断面積 1 mm<sup>2</sup>, 長さ 1 m 当たりの抵抗を  $\frac{1}{35} \Omega$  とし, その他の条件は無視する。

- (1) 14.3      (2) 23.4      (3) 24.7      (4) 42.8      (5) 171

問 14 電気絶縁材料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) 気体絶縁材料は、液体、固体絶縁材料と比較して、一般に電気抵抗率及び誘電率が低いため、固体絶縁材料内部にボイド(空隙、空洞)が含まれると、ボイド部での電界強度が高められやすい。
- (2) 気体絶縁材料は、液体、固体絶縁材料と比較して、一般に絶縁破壊強度が低い。が、気圧を高めるか、真空状態とすることで絶縁破壊強度を高めることができる性質がある。
- (3) 内部にボイドを含んだ固体絶縁材料では、固体絶縁材料の絶縁破壊が生じなくても、ボイド内の気体が絶縁破壊することで部分放電が発生する可能性がある。
- (4) 固体絶縁材料は、熱や電界、機械的応力などが長時間加えられることによって、固体絶縁材料内部に微小なボイドが形成されて、部分放電が発生する可能性がある。
- (5) 固体絶縁材料内部で部分放電が発生すると、短時間に固体絶縁材料の絶縁破壊が生じることはなくても、長時間にわたって部分放電が継続的又は断続的に発生することで、固体絶縁材料の絶縁破壊に至る可能性がある。

**B問題**(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 水車の種類, 回転速度と比速度の関係について, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

- (a) ある水車を有効落差 200 m, 水車出力 85 000 kW で運転するときの水車の比速度が  $100 \text{ m}\cdot\text{kW}$  であった。このときの水車の回転速度とこの水車に対し一般に用いられる水車の種類との組合せとして, 最も適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	水車の種類	回転速度 [ $\text{min}^{-1}$ ]
(1)	フランシス水車	217
(2)	カプラン水車	217
(3)	カプラン水車	258
(4)	フランシス水車	258
(5)	ペルトン水車	258

- (b) この水車を同期発電機と直結し, 50 Hz の電力系統に接続して, 同様に有効落差 200 m, 水車出力 85 000 kW で運転する場合, 小問(a)の回転速度に最も近い回転速度で運転できる同期発電機の磁極数とそのときの回転速度による比速度の組合せとして, 最も適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	磁極数	比速度 [ $\text{m}\cdot\text{kW}$ ]
(1)	28	83
(2)	28	97
(3)	26	89
(4)	24	83
(5)	24	97

問 16 定格容量  $80 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 、一次側定格電圧  $33 \text{ kV}$ 、二次側定格電圧  $11 \text{ kV}$ 、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  $33 \text{ kV}$  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、 $1.5\%$  (系統基準容量ベース) とする。ただし、系統基準容量は  $80 \text{ MV}\cdot\text{A}$  である。なお、抵抗分及びその他の定数は無視する。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

(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 [kA] として、最も適切なものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

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

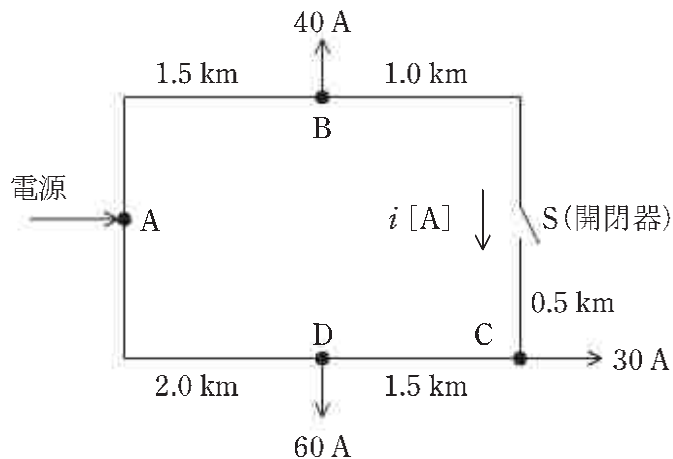
(b) 定格容量  $50 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 、百分率インピーダンスが  $12.0\%$  (定格容量ベース) の三相変圧器  $T_B$  を三相変圧器  $T_A$  と並列に接続した。  $40 \text{ MW}$  の負荷をかけて運転した場合、三相変圧器  $T_A$  の負荷分担の値 [MW] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。ただし、三相変圧器群  $T_A$  と  $T_B$  にはこの負荷のみが接続されているものとし、抵抗分及びその他の定数は無視する。

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

問 17 図のような系統構成の三相 3 線式配電線路があり、開閉器 S は開いた状態にある。各配電線の B 点、C 点、D 点には図のとおり負荷が接続されており、各点の負荷電流は B 点 40 A、C 点 30 A、D 点 60 A 一定とし、各負荷の力率は 100 % とする。

各区間のこう長は A-B 間 1.5 km、B-S(開閉器)間 1.0 km、S(開閉器)-C 間 0.5 km、C-D 間 1.5 km、D-A 間 2.0 km である。

ただし、電線 1 線当たりの抵抗は  $0.2 \Omega/\text{km}$  とし、リアクタンスは無視するものとして、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 電源 A 点から見た C 点の電圧降下の値 [V] 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、電圧は線間電圧とする。

- (1) 41.6      (2) 45.0      (3) 57.2      (4) 77.9      (5) 90.0

(b) 開閉器 S を投入した場合、開閉器 S を流れる電流  $i$  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) 20.0      (2) 25.4      (3) 27.5      (4) 43.8      (5) 65.4

令和 5 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 <small>(字數制限の省略あり)</small>	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 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例:  $I$ [A] 抵抗  $R$ [ $\Omega$ ] 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。

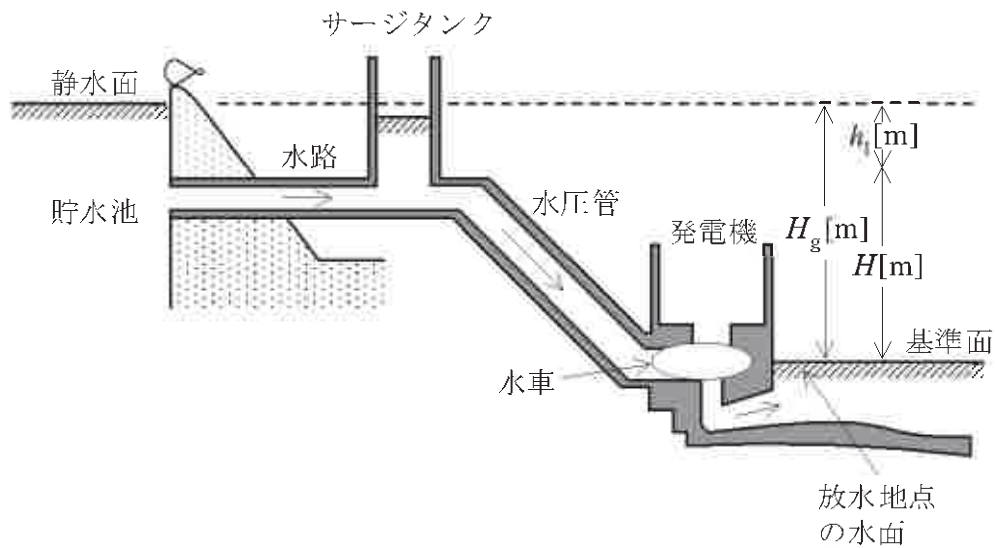
試験問題に関する質問にはお答えできません。

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 次の文章は、水力発電の理論式に関する記述である。

図に示すように、放水地点の水面を基準面とすれば、基準面から貯水池の静水面までの高さ  $H_g$  [m] を一般に (ア) という。また、水路や水圧管の壁と水との摩擦によるエネルギー損失に相当する高さ  $h_1$  [m] を (イ) という。さらに、 $H_g$  と  $h_1$  の差  $H = H_g - h_1$  を一般に (ウ) という。

今、 $Q$  [m<sup>3</sup>/s] の水が水車に流れ込み、水車の効率を  $\eta_w$  とすれば、水車出力  $P_w$  は (エ) になる。さらに、発電機の効率を  $\eta_g$  とすれば、発電機出力  $P$  は (オ) になる。ただし、重力加速度は  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。



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)	総落差	損失水頭	実効落差	$9.8QH\eta_w \times 10^3 [\text{W}]$	$9.8QH\eta_w\eta_g \times 10^3 [\text{W}]$
(2)	自然落差	位置水頭	有効落差	$\frac{9.8QH}{\eta_w} \times 10^{-3} [\text{kW}]$	$\frac{9.8QH\eta_g}{\eta_w} \times 10^{-3} [\text{kW}]$
(3)	総落差	損失水頭	有効落差	$9.8QH\eta_w \times 10^3 [\text{W}]$	$9.8QH\eta_w\eta_g \times 10^3 [\text{W}]$
(4)	基準落差	圧力水頭	実効落差	$9.8QH\eta_w [\text{kW}]$	$9.8QH\eta_w\eta_g [\text{kW}]$
(5)	基準落差	速度水頭	有効落差	$9.8QH\eta_w [\text{kW}]$	$9.8QH\eta_w\eta_g [\text{kW}]$

問2 定格出力 1000 MW, 速度調定率 5% のタービン発電機と, 定格出力 300 MW, 速度調定率 3% の水車発電機が電力系統に接続され, 前者は 80% 出力, 後者は 60% 出力にて定格周波数 (50Hz) でガバナフリー運転を行っている。

負荷が急変して, 系統周波数が 0.2 Hz 低下したとき, タービン発電機と水車発電機の出力 [MW] の組合せとして, 正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

ただし, このガバナフリー運転におけるガバナ特性は直線とし, 次式で表される速度調定率に従うものとする。また, この系統内で周波数調整を行っている発電機はこの 2 台のみとする。

$$\text{速度調定率} = \frac{\frac{n_2 - n_1}{P_1 - P_2}}{\frac{n_n}{P_n}} \times 100 \quad [\%]$$

$P_1$  : 初期出力 [MW]

$n_1$  : 出力  $P_1$  における回転速度 [ $\text{min}^{-1}$ ]

$P_2$  : 変化後の出力 [MW]

$n_2$  : 変化後の出力  $P_2$  における回転速度 [ $\text{min}^{-1}$ ]

$P_n$  : 定格出力 [MW]

$n_n$  : 定格回転速度 [ $\text{min}^{-1}$ ]

	タービン発電機	水車発電機
(1)	720 MW	140 MW
(2)	733 MW	147 MW
(3)	867 MW	213 MW
(4)	880 MW	220 MW
(5)	933 MW	204 MW

問3 次の文章は、汽力発電所の復水器に関する記述である。

汽力発電所の復水器は、タービンの (ア) を冷却し水に戻して復水を回収する装置である。内部の (イ) を保持することで、タービンの入口蒸気と出口蒸気の (ウ) を大きくし、タービンの (エ) を高めている。

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)	抽気蒸気	真空度	圧力差	回転速度
(2)	排気蒸気	温度	温度差	効率
(3)	排気蒸気	真空度	圧力差	効率
(4)	抽気蒸気	真空度	温度差	回転速度
(5)	排気蒸気	温度	温度差	回転速度

問4 軽水炉で使用されている原子燃料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) 中性子を吸収して核分裂を起こすことのできる核分裂性物質には、ウラン235やプルトニウム239がある。
- (2) ウラン燃料は、二酸化ウランの粉末を焼き固め、ペレット状にして使用される。
- (3) ウラン燃料には、濃縮度90%程度の高濃縮ウランが使用される。
- (4) ウラン238は中性子を吸収してプルトニウム239に変わるので、親物質と呼ばれる。
- (5) 天然ウランは約0.7%のウラン235を含み、残りはほとんどウラン238である。

問5 分散型電源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) 太陽電池で発生した直流の電力を交流系統に接続する場合は、インバータにより直流を交流に変換する。連系保護装置を用いると、系統の停電時などに電力の供給を止めることができる。
- (2) 分散型電源からの逆潮流による系統電圧上昇を抑制する手段として、分散型電源の出力抑制や、電圧調整器を用いた電圧の制御などが行われる。
- (3) 小水力発電では、河川や用水路などでの流込み式発電が用いられる場合が多い。
- (4) 洋上の風力発電所と陸上の系統の接続では、海底ケーブルによる直流送電が用いられることがある。直流送電では、ケーブルを用いて送電する場合でも、定常的な充電電流が流れないため、その補償が不要である。
- (5) 一般的な燃料電池発電は、水素と酸素との吸熱反応を利用して電気エネルギーを作る発電方式であり、負荷変動に対する応答が早い。

問6 次の文章は、変圧器のY-Y結線方式の特徴に関する記述である。

一般に、変圧器のY-Y結線は、一次、二次側の中性点を接地でき、1線地絡などの故障に伴い発生する (ア) の抑制、電線路及び機器の絶縁レベルの低減、地絡故障時の (イ) の確実な動作による電線路や機器の保護等、多くの利点がある。

一方、相電圧は (ウ) を含むひずみ波形となるため、中性点を接地すると、(エ) 電流が線路の静電容量を介して大地に流れることから、通信線への (オ) 障害の原因となる等の欠点がある。このため、(カ) による二次巻線を設けて、これらの欠点を解消する必要がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(カ)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)	異常電流	避雷器	第二調波	静電誘導	Δ結線
(2)	異常電圧	保護リレー	第三調波	電磁誘導	Y結線
(3)	異常電圧	保護リレー	第三調波	電磁誘導	Δ結線
(4)	異常電圧	避雷器	第三調波	電磁誘導	Δ結線
(5)	異常電流	保護リレー	第二調波	静電誘導	Y結線

問7 次の文章は、配電線路の電圧調整に関する記述である。誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 太陽電池発電設備を系統連系させたときの逆潮流による配電線路の電圧上昇を抑制するため、パワーコンディショナには、電圧調整機能を持たせているものがある。
- (2) 配電用変電所においては、高圧配電線路の電圧調整のため、負荷時電圧調整器(LRA)や負荷時タップ切換装置付変圧器(LRT)などが用いられる。
- (3) 低圧配電線路の力率改善をより効果的に実施するためには、低圧配電線路ごとに電力用コンデンサを接続することに比べて、より上流である高圧配電線路に電力用コンデンサを接続した方がよい。
- (4) 高負荷により配電線路の電圧降下が大きい場合、電線を太くすることで電圧降下を抑えることができる。
- (5) 電圧調整には、高圧自動電圧調整器(SVR)のように電圧を直接調整するもののほか、電力用コンデンサや分路リアクトル、静止形無効電力補償装置(SVC)などのように線路の無効電力潮流を変化させて行うものもある。

問8 架空送電線路の構成要素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。

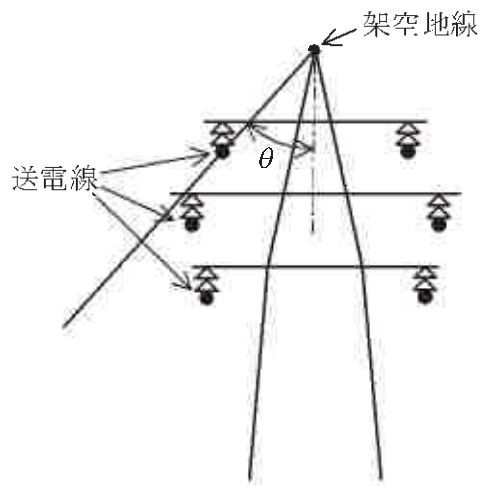
- (1) アークホーン ㊦ がいしの両端に設けられた金属電極をいい、雷サージによるフラッシュオーバーの際生じるアークを電極間に生じさせ、がいし破損を防止するものである。
- (2) トーショナルダンパ ㊦ 着雪防止が目的で電線に取り付ける。風による振動エネルギーで着雪を防止し、ギャロッピングによる電線間の短絡事故などを防止するものである。
- (3) アーマロッド ㊦ 電線の振動疲労防止や、アークによる電線損傷、溶断防止のため、クランプ付近の電線に同一材質の金属を巻き付けるものである。
- (4) 相間スペーサ ㊦ 強風による電線相互の接近及び衝突を防止するため、電線相互の間隔を保持する器具として取り付けるものである。
- (5) 埋設地線 ㊦ 塔脚の地下に放射状に埋設された接地線、あるいは、いくつかの鉄塔を地下で連結する接地線をいい、鉄塔の塔脚接地抵抗を小さくし、逆フラッシュオーバーを抑止する目的等のため取り付けるものである。

問9 次の文章は、送電線路における架空地線に関する記述である。

送電線路の鉄塔の上部に十分な強さをもった (ア) を張り、鉄塔を通じて接地したものを架空地線といい、送電線への直撃雷を防止するために設置される。

図において、架空地線と送電線とを結ぶ直線と、架空地線から下ろした鉛直線との間の角度 $\theta$ を (イ) と呼んでいる。この角度が (ウ) ほど直撃雷を防止する効果大きい。

架空地線や鉄塔に直撃雷があった場合、鉄塔から送電線に (エ) を生じることがある。これを防止するために、鉄塔の接地抵抗を小さくするような対策が講じられている。



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)	裸線	遮へい角	小さい	逆フラッシュオーバ
(2)	絶縁電線	遮へい角	大きい	進行波
(3)	裸線	進入角	小さい	進行波
(4)	絶縁電線	進入角	大きい	進行波
(5)	裸線	進入角	大きい	逆フラッシュオーバ

問 10 我が国の地中送電線路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) 地中送電線路は、電力ケーブルを地中に埋設して送電する方式である。同じ送電容量の架空送電線路と比較して建設費が高いが、都市部においては用地の制約や、保安、景観などの点から地中送電線路が採用される傾向にある。
- (2) 主な電力ケーブルには、架橋ポリエチレンを絶縁体とした CV ケーブルと、絶縁紙と絶縁油を組み合わせた油浸紙を絶縁体とした OF ケーブルがある。OF ケーブルには油通路が設けられており、絶縁油の加圧によりボイドの発生を抑制して絶縁強度を確保するための給油設備が必要である。
- (3) 電力ケーブルの電力損失において、抵抗損とシース損はケーブルの導体に流れる電流に起因した損失であり、誘電体損は電圧に対して絶縁体に流れる同位相の電流成分に起因した損失である。CV ケーブルと OF ケーブルの誘電体損では、一般に OF ケーブルの方が小さい。
- (4) 電力ケーブルの布設方法において、直接埋設式は最も工事費が安く、工期が短い。一方で、管路式と暗きょ式(洞道式)は、ケーブル外傷等のリスク低減やケーブル布設後の増設にも優れた布設方式である。中でも暗きょ方式は、電力ケーブルの熱放散と保守の面で最も優れた布設方式である。
- (5) 地中送電線路で地絡事故や断線事故が発生した際には、故障点位置標定が行われる。故障点位置標定法としては、地絡事故にはパルスレーダ法とマーレーンブ法が適用でき、断線事故にはパルスレーダ法と静電容量測定法が適用できる。

問 11 直流送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) 系統連系のための直流送電では、交直変換所の設置が必要となる。
- (2) 交流送電のような同期安定度の問題がないので、長距離送電に適している。
- (3) 直流の高電圧大電流の遮断は、交流の場合より容易である。
- (4) 直流は、変圧器で簡単に昇圧や降圧ができない。
- (5) 交直変換器からは高調波が発生するので、フィルタ設置等の対策が必要である。

問 12 両端の高さが同じで径間距離 250 m の架空電線路があり、電線 1 m 当たりの重量は 20.0 N で、風圧荷重はないものとする。

今、水平引張荷重が 40.0 kN の状態で架線されているとき、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。

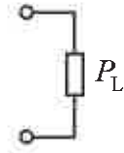
- (1) 2.1            (2) 3.9            (3) 6.3            (4) 8.5            (5) 10.4

問 13 単相 2 線式及び単相 3 線式の線路での電力損失について、次の問に答えよ。

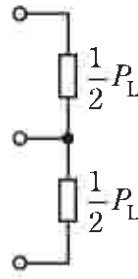
下図のように、単相 100 V の抵抗負荷に単相 2 線式及び単相 3 線式の低圧配電方式で送電する。負荷の総容量は同一であり、3 線式の場合、負荷は図のように線間に均等分割されるものとする。単相 2 線式での線路の抵抗損を 1 とすると、

単相 3 線式の線路の抵抗損は  $\frac{1}{5}$  であった。このとき、単相 2 線式での線路の 1 線

当たりの抵抗に対して、単相 3 線式での線路の 1 線当たりの抵抗はどのような大きさとなるか。最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。



単相2線式



単相3線式

- (1) 0.27 倍      (2) 0.4 倍      (3) 0.53 倍      (4) 0.8 倍      (5) 1.25 倍

問 14 電線の導体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) 地中ケーブルの銅導体には、伸びや可とう性に優れる軟銅線が用いられる。
- (2) 電線の導電材料としての金属には、資源量の多さや導電率の高さが求められる。
- (3) 鋼心アルミより線は、鋼より線の周囲にアルミ線をより合わせたもので、軽量で大きな外径や高い引張強度を得ることができる。
- (4) 電気用アルミニウムの導電率は銅よりも低いですが、電気抵抗と長さが同じ電線の場合、アルミニウム線の方が銅線より軽い。
- (5) 硬銅線は軟銅線と比較して曲げにくく、電線の導体として使われることはない。

**B問題**(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 ある需要端の負荷に対し, 水力発電所1か所と重油専焼汽力発電所1か所によって電力を供給する場合において, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 水力発電所の最大使用水量  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , 総落差  $200 \text{ m}$ , 損失水頭  $7 \text{ m}$ , 水車と発電機の総合効率  $85 \%$ , 年間の設備利用率  $60 \%$ としたとき, この発電所の年間発電電力量[ $\text{GW}\cdot\text{h}$ ]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 15                      (2) 30                      (3) 170                      (4) 175                      (5) 200

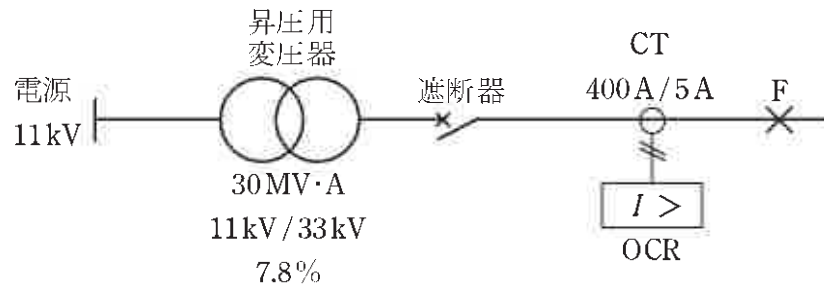
(b) 需要端の負荷に供給する最大電力が  $100 \text{ MW}$ , 年負荷率  $60 \%$ の場合, 汽力発電所における重油の年間の消費量[kL]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし, この汽力発電所の発電端熱効率は  $40 \%$ で運転出力に関わらず一定とする。使用する重油の発熱量は  $39\,100 \text{ kJ/L}$ とし, 発電所から需要端までの送電損失, 発電所内損失は無視するものとする。

- (1) 13 000                      (2) 33 000                      (3) 82 000                      (4) 114 000                      (5) 120 000

問 16 図のような系統において、昇圧用変圧器の容量は  $30 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 、変圧比は  $11 \text{ kV}/33 \text{ kV}$ 、百分率インピーダンスは自己容量基準で  $7.8\%$ 、計器用変流器 (CT) の変流比は  $400 \text{ A}/5 \text{ A}$  である。系統の点 F において、三相短絡事故が発生し、 $1800 \text{ A}$  の短絡電流が流れたとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、CT の磁気飽和は考慮しないものとする。

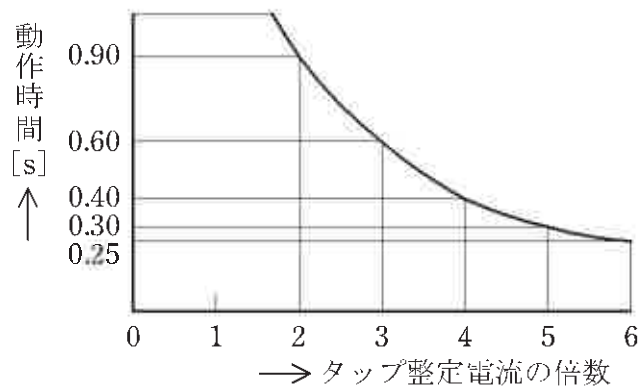


(a) 系統の基準容量を  $10 \text{ MV}\cdot\text{A}$  としたとき、事故点 F から電源側をみた百分率インピーダンスの値 [%] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 5.6            (2) 9.7            (3) 12.3            (4) 29.2            (5) 37.0

(b) 過電流継電器(OCR)を 0.09s で動作させるには、OCR の電流タップ値を何アンペアの位置に整定すればよいか、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、OCR のタイムレバー位置は 3 に整定されており、タイムレバー位置 10 における限時特性は図示のとおりである。

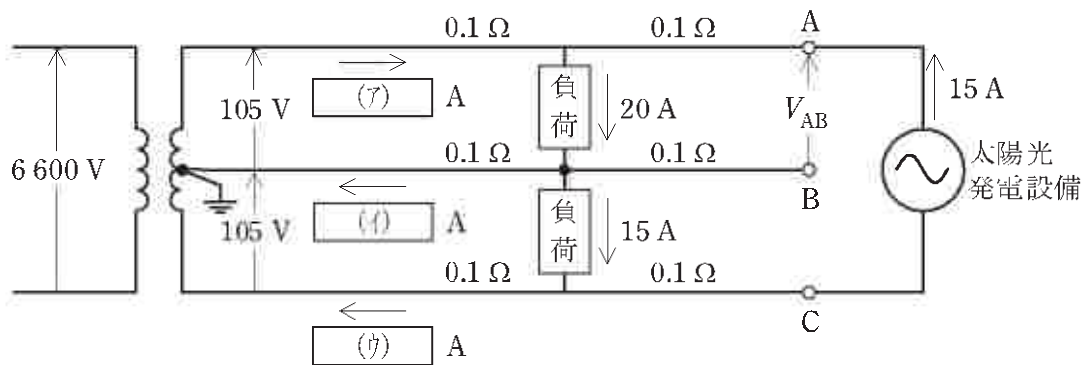


タイムレバー位置10における限時特性図

- (1) 3.0 A      (2) 3.5 A      (3) 4.0 A      (4) 4.5 A      (5) 5.0 A

問 17 図のような単相 3 線式配電線路がある。系統の中間点に図のとおり負荷が接続されており、末端の AC 間に太陽光発電設備が逆変換装置を介して接続されている。各部の電圧及び電流が図に示された値であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、図示していないインピーダンスは無視するとともに、線路のインピーダンスは抵抗であり、負荷の力率は 1、太陽光発電設備は発電出力電流(交流側)15 A、力率 1 で一定とする。



(a) 図中の回路の空白箇所(ア)～(ウ)に流れる電流の値[A]の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	5	0	15
(2)	5	5	0
(3)	15	0	15
(4)	20	5	0
(5)	20	5	15

(b) 図中 AB 間の端子電圧  $V_{AB}$  の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 104.0      (2) 104.5      (3) 105.0      (4) 105.5      (5) 106.0