

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。

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。

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/m³]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、 ρ は水の密度[kg/m³]、 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閉じて、タービンを停止する非常调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ち、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 ₆	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 ₆	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) 超高压の架空送電線では、スペ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。スペ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 kV ，二次側定格電圧 6.6 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 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 [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 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)

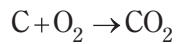
問15 最大出力600MWの重油専焼火力発電所がある。重油の発熱量は44000kJ/kgで、潜熱は無視するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(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 9.1×10^3 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) 6.83×10^2 (2) 6.83×10^3 (3) 8.16×10^3 (4) 9.18×10^3 (5) 1.08×10^4

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。

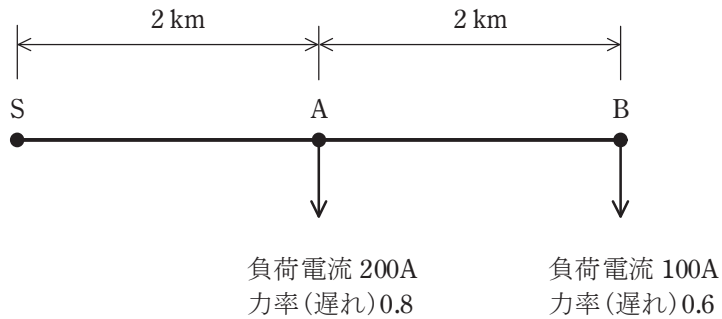
- (1) 369 (2) 180 (3) 123 (4) 213 (5) 240

(b) 負荷が遅れ力率 80 %、 W_2 [kW]に変化したが生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) の間に答えよ。

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