

平成 21 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しっかり記入してください。ペン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正しくマークしてください。（次ページの「受験番号記入例」参照）
3. 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。（次ページの「解答記入例」参照）
なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。
4. マークシートの記入欄以外の余白及び裏面には、何も記入しないでください。
5. 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。

（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。）

(受験番号記入例)

受験番号0141C01234Lの場合

受 験 番 号											
数 字		記号	数 字		記号						
0	1	4	1	C	0	1	2	3	4	L	
●					●	○	○	○	○	○	A
①	●	①	●		①	●	①	①	①	①	B
②	②	②	②	●	②	②	●	②	②	②	C
③	③	③	③		③	③	③	●	③	③	K
④	④	●	④		④	④	④	④	●	●	L
⑤	⑤		⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	M
⑥	⑥		⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	N
⑦					⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	
⑧					⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	

(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。

以 上

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 水力発電所において、有効落差100[m]，水車効率92[%]，発電機効率94[%]，定格出力2500[kW]の水車発電機が80[%]負荷で運転している。
このときの流量[m³/s]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 1.76 (2) 2.36 (3) 3.69 (4) 17.3 (5) 23.1

問2 タービン発電機の水素冷却方式について、空気冷却方式と比較した場合の記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 水素は空気に比べ比重が小さいため、風損を減少することができる。
- (2) 水素を封入し全閉形となるため、運転中の騒音が少なくなる。
- (3) 水素は空気より発電機に使われている絶縁物に対して化学反応を起こしにくいため、絶縁物の劣化が減少する。
- (4) 水素は空気に比べ比熱が小さいため、冷却効果が向上する。
- (5) 水素の漏れを防ぐため、密封油装置を設けている。

問3 汽力発電所における，熱効率の向上を図る方法として，誤っているのは次のうちどれか。

- (1) タービン入口の蒸気として，高温・高圧のものを採用する。
- (2) 復水器の真空度を低くすることで蒸気はタービン内で十分に膨張して，タービンの羽根車に大きな回転力を与える。
- (3) 節炭器を設置し，排ガスエネルギーを回収する。
- (4) 高圧タービンから出た湿り飽和蒸気をボイラで再熱し，再び高温の乾き飽和蒸気として低圧タービンに用いる。
- (5) 高圧及び低圧のタービンから蒸気の一部取り出し，給水加熱器に導いて給水を加熱する。

問4 次の文章は、原子力発電に関する記述である。

原子力発電は、原子燃料が出す熱で水を蒸気に変え、これをタービンに送って熱エネルギーを機械エネルギーに変えて、発電機を回転させることにより電気エネルギーを得るという点では、(ア)と同じ原理である。原子力発電では、ボイラの代わりに(イ)を用い、(ウ)の代わりに原子燃料を用いる。現在、多くの原子力発電所で燃料として用いている核分裂連鎖反応する物質は(エ)であるが、天然に産する原料では核分裂連鎖反応しない(オ)が99 [%]以上を占めている。このため、発電用原子炉にはガス拡散法や遠心分離法などの物理学的方法で(エ)の含有率を高めた濃縮燃料が用いられている。

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)	汽力発電	原子炉	自然エネルギー	プルトニウム 239	ウラン 235
(2)	汽力発電	原子炉	化石燃料	ウラン 235	ウラン 238
(3)	内燃力発電	原子炉	化石燃料	プルトニウム 239	ウラン 238
(4)	内燃力発電	燃料棒	化石燃料	ウラン 238	ウラン 235
(5)	太陽熱発電	燃料棒	自然エネルギー	ウラン 235	ウラン 238

問5 バイオマス発電は、植物等の (ア) 性資源を用いた発電と定義することができる。森林樹木、サトウキビ等はバイオマス発電用のエネルギー作物として使用でき、その作物に吸収される (イ) 量と発電時の (イ) 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。ただ、現在のバイオマス発電では、発電事業として成立させるためのエネルギー作物等の (ウ) 確保の問題や (エ) をエネルギーとして消費することによる作物価格への影響が課題となりつつある。

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)	無機	二酸化炭素	量的	食料
(2)	無機	窒素化合物	量的	肥料
(3)	有機	窒素化合物	質的	肥料
(4)	有機	二酸化炭素	質的	肥料
(5)	有機	二酸化炭素	量的	食料

問6 電力系統における変電所の役割と機能に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 構外から送られる電気を、変圧器やその他の電気機械器具等により変成し、変成した電気を構外に送る。
- (2) 送電線路で短絡や地絡事故が発生したとき、保護継電器により事故を検出し、遮断器にて事故回線を系統から切り離し、事故の波及を防ぐ。
- (3) 送変電設備の局所的な過負荷運転を避けるため、開閉装置により系統切換を行って電力潮流を調整する。
- (4) 無効電力調整のため、重負荷時には分路リアクトルを投入し、軽負荷時には電力用コンデンサを投入して、電圧をほぼ一定に保持する。
- (5) 負荷変化に伴う供給電圧の変化時に、負荷時タップ切換変圧器等により電圧を調整する。

問7 交流三相3線式1回線の送電線路があり、受電端に遅れ力率角 θ [rad]の負荷が接続されている。送電端の線間電圧を V_s [V]、受電端の線間電圧を V_r [V]、その間の相差角は δ [rad]である。

受電端の負荷に供給されている三相有効電力[W]を表す式として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、送電端と受電端の間における電線1線当たりの誘導性リアクタンスは X [Ω]とし、線路の抵抗、静電容量は無視するものとする。

- (1) $\frac{V_s V_r}{X} \cos \delta$ (2) $\frac{\sqrt{3} V_s V_r}{X} \cos \theta$ (3) $\frac{V_s V_r}{X} \sin \delta$
- (4) $\frac{\sqrt{3} V_s V_r}{X} \sin \delta$ (5) $\frac{V_s V_r}{X \sin \delta} \cos \theta$

問 8 22(33) [kV] 配電系統に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 6.6 [kV] の配電線に比べ電圧対策や供給力増強対策として有効なので、長距離配電の必要となる地域や新規開発地域への供給に利用されることがある。
- (2) 電気方式は、地絡電流抑制の観点から中性点を直接接地した三相 3 線方式が一般的である。
- (3) 各種需要家への電力供給は、特別高圧需要家へは直接に、高圧需要家へは途中に設けた配電塔で 6.6 [kV] に降圧して高圧架空配電線路を用いて、低圧需要家へはさらに柱上変圧器で 200 ~ 100 [V] に降圧して、行われる。
- (4) 6.6 [kV] の配電線に比べ 33 [kV] の場合は、負荷が同じで配電線の線路定数も同じなら、電流は $\frac{1}{5}$ となり電力損失は $\frac{1}{25}$ となる。電流が同じであれば、送電容量は 5 倍となる。
- (5) 架空配電系統では保安上の観点から、特別高圧絶縁電線や架空ケーブルを使用する場合がある。

問9 電力系統における直流送電について交流送電と比較した次の記述のうち、誤っているのはどれか。

- (1) 直流送電線の送・受電端でそれぞれ交流一直流電力変換装置が必要であるが、交流送電のような安定度問題がないため、長距離・大容量送電に有利な場合が多い。
- (2) 直流部分では交流のような無効電力の問題はなく、また、誘電体損がないので電力損失が少ない。そのため、海底ケーブルなど長距離の電力ケーブルの使用に向いている。
- (3) 系統の短絡容量を増加させないで交流系統間の連系が可能であり、また、異周波数系統間連系も可能である。
- (4) 直流電流では電流零点がないため、大電流の遮断が難しい。また、絶縁については、公称電圧値が同じであれば、一般に交流電圧より大きな絶縁距離が必要となる場合が多い。
- (5) 交流一直流電力変換装置から発生する高調波・高周波による障害への対策が必要である。また、漏れ電流による地中埋設物の電食対策も必要である。

問10 こう長 2 [km] の交流三相 3 線式の高圧配電線路があり、その端末に受電電圧 6500 [V]、遅れ力率 80 [%] で消費電力 400 [kW] の三相負荷が接続されている。

いま、この三相負荷を力率 100 [%] で消費電力 400 [kW] のものに切り替えたうえで、受電電圧を 6500 [V] に保つ。高圧配電線路での電圧降下は、三相負荷を切り替える前と比べて何倍になるか、最も近いのは次のうちどれか。

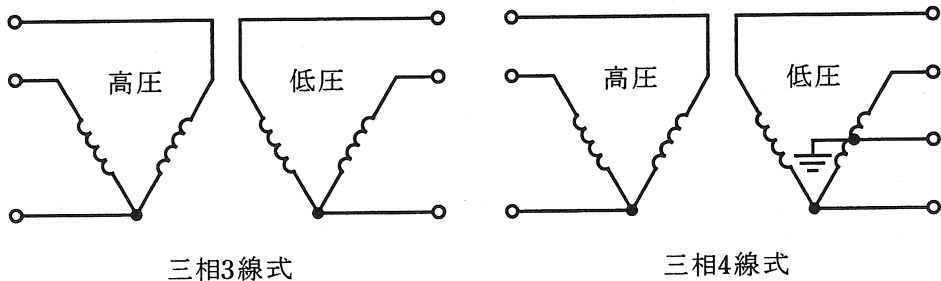
ただし、高圧配電線路の 1 線当たりの線路定数は、抵抗が 0.3 [Ω /km]、誘導性リアクタンスが 0.4 [Ω /km] とする。また、送電端電圧と受電端電圧との相差角は小さいものとする。

- (1) 1.6 (2) 1.3 (3) 0.8 (4) 0.6 (5) 0.5

問11 電圧 33 [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が 0.24 [$\mu\text{F}/\text{km}$] , 誘電正接が 0.03 [%] であるとき, このケーブルの心線 3 線合計の誘電体損 [W] の値として, 最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 9.4 (2) 19.7 (3) 29.5 (4) 59.1 (5) 177

問12 配電で使われる変圧器に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。下図を参考にして答えよ。



- (1) 柱上に設置される変圧器の容量は、50 [kV・A] 以下の比較的小型のものが多い。
- (2) 柱上に設置される三相 3 線式の変圧器は、一般的に同一容量の単相変圧器の V 結線を採用しており、出力は Δ 結線の $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍となる。また、V 結線変圧器の利用率は $\frac{\sqrt{3}}{2}$ となる。
- (3) 三相 4 線式 (V 結線) の変圧器容量の選定は、単相と三相の負荷割合やその負荷曲線及び電力損失を考慮して決定するので、同一容量の単相変圧器を組み合わせることが多い。
- (4) 配電線路の運用状況や設備実態を把握するため、変圧器二次側の電圧、電流及び接地抵抗の測定を実施している。
- (5) 地上設置形の変圧器は、開閉器、保護装置を内蔵し金属製のケースに納めたもので、地中配電線供給エリアで使用される。

問13 次の a～d は配電設備や屋内設備における特徴に関する記述で、誤っているものが二つある。それらの組み合わせは次のうちどれか。

- a. 配電用変電所において、過電流及び地絡保護のために設置されているのは、継電器、遮断器及び断路器である。
- b. 高圧配電線は大部分、中性点が非接地方式の放射状系統が多い。そのため経済的で簡便な保護方式が適用できる。
- c. 架空低圧引込線には引込用ビニル絶縁電線（DV 電線）が用いられ、地絡保護を主目的にヒューズが取り付けられている。
- d. 低圧受電設備の地絡保護装置として、電路の零相電流を検出し遮断する漏電遮断器が一般的に取り付けられている。

- (1) a と b (2) a と c (3) b と c (4) b と d (5) c と d

問14 固体絶縁材料の劣化に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 膨張，収縮による機械的な繰り返しひずみの発生が，劣化の原因となる場合がある。
- (2) 固体絶縁物内部の微小空げきで高電圧印加時のボイド放電が発生すると，劣化の原因となる。
- (3) 水分は，CV ケーブルの水トリー劣化の主原因である。
- (4) 硫黄などの化学物質は，固体絶縁材料の変質を引き起こす。
- (5) 部分放電劣化は，絶縁体外表面のみに発生する。

B問題（配点は1問題当たり(a)5点，(b)5点，計10点）

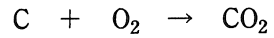
問15 最大出力 600 [MW] の重油専焼火力発電所がある。重油の発熱量は 44 000 [kJ/kg] で，潜熱は無視するものとして，次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 45 000 [MW・h] の電力量を発生するために，消費された重油の量が 9.3×10^3 [t] であるときの発電端効率 [%] の値として，最も近いのは次のうちどれか。

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

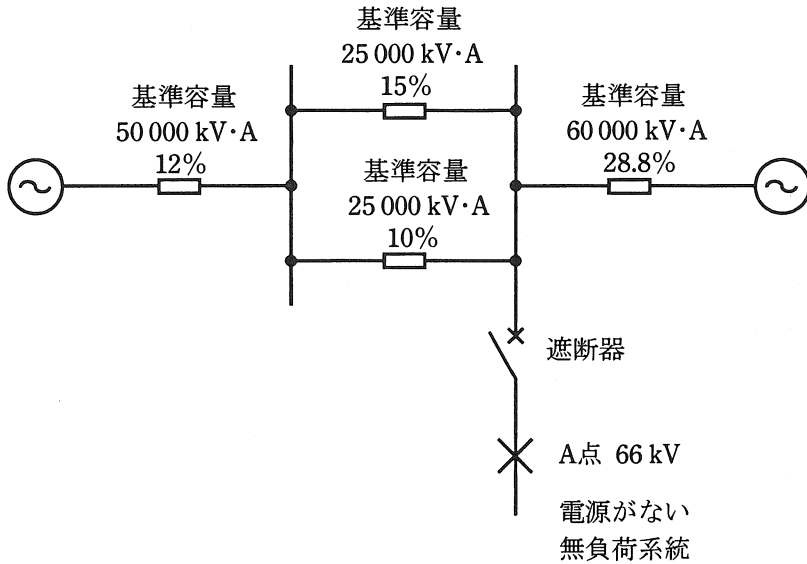
(b) 最大出力で 24 時間運転した場合の発電端効率が 40.0 [%] であるとき、発生する二酸化炭素の量 [t] として、最も近い値は次のうちどれか。

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) 3.83×10^2 (2) 6.83×10^2 (3) 8.03×10^2
(4) 9.18×10^3 (5) 1.08×10^4

問16 図のような交流三相3線式の系統がある。各系統の基準容量と基準容量をベースにした百分率インピーダンスが図に示された値であるとき、次の(a)及び(b)に答えよ。



(a) 系統全体の基準容量を 50 000 [kV·A] に統一した場合、遮断器の設置場所からみた合成百分率インピーダンス [%] の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 4.8 (2) 12 (3) 22 (4) 30 (5) 48

(b) 遮断器の投入後，A 点で三相短絡事故が発生した。三相短絡電流 [A] の値として，最も近いのは次のうちどれか。

ただし，線間電圧は 66 [kV] とし，遮断器から A 点までのインピーダンスは無視するものとする。

- (1) 842 (2) 911 (3) 1458 (4) 2104 (5) 3645

問17 配電線に 100 [kW] , 遅れ力率 60 [%] の三相負荷が接続されている。
この受電端に 45 [kvar] の電力用コンデンサを接続した。次の(a)及び(b)に
答えよ。

ただし、電力用コンデンサ接続前後の電圧は変わらないものとする。

(a) 電力用コンデンサを接続した後の受電端の無効電力 [kvar] の値として、
最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 56 (2) 60 (3) 75 (4) 88 (5) 133

(b) 電力用コンデンサ接続前と後の力率 [%] の差の大きさとして、最も近い
のは次のうちどれか。

- (1) 5 (2) 15 (3) 25 (4) 55 (5) 75