

令和 2 年度

第 3 種  
電 力

(第 2 時限目)



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 ダム水路式発電所における水撃作用とサージタンク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) 発電機の負荷を急激に遮断又は急激に増やした場合は、それに応動して水車の使用水量が急激に変化し、流速が減少又は増加するため、水圧管内の圧力の急上昇又は急降下が起こる。このような圧力の変動を水撃作用という。
- (2) 水撃作用は、水圧管の長さが長いほど、水車案内羽根あるいは入口弁の閉鎖時間が短いほど、いずれも大きくなる。
- (3) 水撃作用の発生による影響を緩和する目的で設置される水圧調整用水槽をサージタンクという。サージタンクにはその構造・動作によって、差動式、小孔式、水室式などがあり、いずれも密閉構造である。
- (4) 圧力水路と水圧管との接続箇所に、サージタンクを設けることにより、水槽内部の水位の昇降によって、水撃作用を軽減することができる。
- (5) 差動式サージタンクは、負荷遮断時の圧力増加エネルギーをライザ(上昇管)内の水面上昇によってすばやく吸収し、そのあとで小穴を通してタンク内の水位をゆっくり通常のタンク内水位に戻す作用がある。

問2 次の文章は、汽力発電所の復水器の機能に関する記述である。

汽力発電所の復水器は蒸気タービン内で仕事を取り出した後の (ア) 蒸気を冷却して凝縮させる装置である。復水器内部の真空度を (イ) 保持してタービンの (ウ) 圧力を (エ) させることにより、(オ) の向上を図ることができる。なお、復水器によるエネルギー損失は熱サイクルの中で最も (カ)。

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)	抽気	低く	上昇	熱効率	大きい
(2)	排気	高く	上昇	利用率	小さい
(3)	排気	高く	低下	熱効率	大きい
(4)	抽気	高く	低下	熱効率	小さい
(5)	排気	低く	停止	利用率	大きい

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装置が設置されている。
- 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	適切
(2)	不適切	不適切	不適切	不適切	適切
(3)	適切	適切	不適切	適切	不適切
(4)	不適切	適切	適切	不適切	適切
(5)	不適切	不適切	適切	適切	不適切

問4 次の文章は、原子燃料に関する記述である。

核分裂は様々な原子核で起こるが、ウラン 235 などのように核分裂を起こし、連鎖反応を持続できる物質を (ア) といい、ウラン 238 のように中性子を吸収して (イ) になる物質を (イ) という。天然ウラン中に含まれるウラン 235 は約 (ウ) %で、残りは核分裂を起こしにくいウラン 238 である。ここで、ウラン 235 の濃度が天然ウランの濃度を超えるものは、濃縮ウランと呼ばれており、濃縮度 3 %から 5 %程度の (エ) は原子炉の核燃料として使用される。

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)	核分裂性物質	親物質	1.5	低濃縮ウラン
(2)	核分裂性物質	親物質	0.7	低濃縮ウラン
(3)	核分裂生成物	親物質	0.7	高濃縮ウラン
(4)	核分裂生成物	中間物質	0.7	低濃縮ウラン
(5)	放射性物質	中間物質	1.5	高濃縮ウラン

問5 次の文章は、太陽光発電に関する記述である。

太陽光発電は、太陽電池の光電効果を利用して太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する。地球に降り注ぐ太陽光エネルギーは、 $1\text{m}^2$  当たり 1 秒間に約 (ア) kJ に相当する。太陽電池の基本単位はセルと呼ばれ、(イ) V 程度の直流電圧が発生するため、これを直列に接続して電圧を高めている。太陽電池を系統に接続する際は、(ウ) により交流の電力に変換する。

一部の地域では太陽光発電の普及によって (エ) に電力の余剰が発生しており、余剰電力は揚水発電の揚水に使われているほか、大容量蓄電池への電力貯蔵に活用されている。

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)	10	1	逆流防止ダイオード	日中
(2)	10	10	パワーコンディショナ	夜間
(3)	1	1	パワーコンディショナ	日中
(4)	10	1	パワーコンディショナ	日中
(5)	1	10	逆流防止ダイオード	夜間

問6 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) 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。

(2) 超高圧の架空送電線では、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。

(3) 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。

(4) 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。

(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7 真空遮断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) 真空遮断器は、高真空状態のバルブの中で接点を開閉し、真空の優れた絶縁耐力を利用して消弧するものである。
- (2) 真空遮断器の開閉サージが高いことが懸念される場合、避雷器等を用いて、真空遮断器に接続される機器を保護することがある。
- (3) 真空遮断器は、小形軽量で電極の寿命が長く、保守も容易である。
- (4) 真空遮断器は、消弧媒体としてSF<sub>6</sub>ガスや油を使わない機器であり、多頻度動作にも適している。
- (5) 真空遮断器は経済性に優れるが、空気遮断器に比べて動作時の騒音が大きい。

問8 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) 1.5            (2) 2.6            (3) 6.0            (4) 20.0            (5) 260.0

問9 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。発電所用避雷器では、〔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)	波頭長	SF <sub>6</sub>	非線形	続流	直列ギャップ付き
(2)	波高値	ZnO	非線形	続流	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	ZnO	非線形	制限電圧	ギャップレス

問 10 次の文章は、架空送電線路に関する記述である。

架空送電線路の線路定数には、抵抗、作用インダクタンス、作用静電容量、  
〔ア〕 コンダクタンスがある。線路定数のうち、抵抗値は、表皮効果により  
〔イ〕 のほうが増加する。また、作用インダクタンスと作用静電容量は、線間  
距離  $D$  と電線半径  $r$  の比  $D/r$  に影響される。 $D/r$  の値が大きくなれば、作用静電  
容量の値は 〔ウ〕 なる。

作用静電容量を無視できない中距離送電線路では、作用静電容量によるアドミ  
タンスを 1 か所又は 2 か所にまとめる 〔エ〕 定数回路が近似計算に用いられ  
る。このとき、送電端側と受電端側の 2 か所にアドミタンスをまとめる回路を  
〔オ〕 形回路という。

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、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)	漏れ	交流	小さく	集中	$\pi$
(2)	漏れ	交流	大きく	集中	$\pi$
(3)	伝達	直流	小さく	集中	T
(4)	漏れ	直流	大きく	分布	T
(5)	伝達	直流	小さく	分布	$\pi$

問 11 我が国における架空送電線路と比較した地中送電線路の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) 地中送電線路は、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、都市部においては保安や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) 地中送電線路は、架空送電線路と比較して気象現象に起因した事故が少なく、近傍の通信線に与える静電誘導、電磁誘導の影響も少ない。
- (3) 地中送電線路は、同じ送電電圧の架空送電線路と比較して、作用インダクタンスは小さく、作用静電容量が大きいため、充電電流が大きくなる。
- (4) 地中送電線路の電力損失では、誘電体損とシース損を考慮するが、コロナ損は考慮しない。一方、架空送電線路の電力損失では、コロナ損を考慮するが、誘電体損とシース損は考慮しない。
- (5) 絶縁破壊事故が発生した場合、架空送電線路では自然に絶縁回復することは稀であるが、地中送電線路では自然に絶縁回復して再送電できる場合が多い。

問 12 高圧架空配電線路を構成する機材とその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) 支持物は、遠心成形でコンクリートを締め固めた鉄筋コンクリート柱が一般的に使用されている。
- (2) 電線に使用される導体は、硬銅線が用いられる場合もあるが、鋼心アルミ線なども使用されている。
- (3) 柱上変圧器は、単相変圧器 2 台を V 結線とし、200 V の三相電源として用い、同時に変圧器から中性線を取り出した単相 3 線式による 100/200 V 電源として使用するものもある。
- (4) 柱上開閉器は、気中形、真空形などがあり、手動操作による手動式と制御器による自動式がある。
- (5) 高圧カットアウトは、柱上変圧器の一次側に設けられ、形状は箱形の一種類のみである。

問 13 次の文章は、スポットネットワーク方式に関する記述である。

スポットネットワーク方式は、22 kV 又は 33 kV の特別高圧地中配電系統から 2 回線以上で受電する方式の一つであり、負荷密度が極めて高い都心部の高層ビルや大規模工場などの大口需要家の受電設備に適用される信頼度の高い方式である。

スポットネットワーク方式の一般的な受電系統構成を特別高圧地中配電系統側から順に並べると、(ア)・(イ)・(ウ)・(エ)・(オ)となる。

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) 断路器		ネットワーク 母線	プロテクタ 遮断器	プロテクタ ヒューズ	ネットワーク 変圧器
(2) ネットワー ク母線	ネットワー ク母線	ネットワーク 変圧器	プロテクタ ヒューズ	プロテクタ 遮断器	断路器
(3) プロテクタ 遮断器	プロテクタ ヒューズ	プロテクタ ヒューズ	ネットワーク 変圧器	ネットワーク 母線	断路器
(4) 断路器		プロテクタ 遮断器	プロテクタ ヒューズ	ネットワーク 変圧器	ネットワーク 母線
(5) 断路器		ネットワーク 変圧器	プロテクタ ヒューズ	プロテクタ 遮断器	ネットワーク 母線

問 14 我が国のコンデンサ，電力ケーブル，変圧器などの電力用設備に使用される絶縁油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) 絶縁油の誘電正接は，変圧器，電力ケーブルに使用する場合には小さいものが，コンデンサに使用する場合には大きいものが適している。
- (2) 絶縁油には，一般に熱膨張率，粘度が小さく，比熱，熱伝導率が大きいものが適している。
- (3) 電力用設備の絶縁油には，一般に古くから鉱油系絶縁油が使用されているが，難燃性や低損失性など，より優れた特性が要求される場合には合成絶縁油が採用されている。また，環境への配慮から植物性絶縁油の採用も進められている。
- (4) 絶縁油は，電力用設備内を絶縁するために使用される以外に，絶縁油の流動性を利用して電力用設備内で生じた熱を外部へ放散するために使用される場合がある。
- (5) 絶縁油では，不純物や水分などが含まれることにより絶縁性能が大きく影響を受け，部分放電の発生によって分解ガスが生じる場合がある。このため，電力用設備から採油した絶縁油の水分量測定やガス分析等を行うことにより，絶縁油の劣化状態や電力用設備の異常を検知することができる。

**B問題**(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問 15 ある河川のある地点に貯水池を有する水力発電所を設ける場合の発電計画について, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 流域面積を  $15\,000\text{ km}^2$ , 年間降水量  $750\text{ mm}$ , 流出係数  $0.7$  とし, 年間の平均流量の値 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 25      (2) 100      (3) 175      (4) 250      (5) 325

(b) この水力発電所の最大使用水量を小問(a)で求めた流量とし, 有効落差  $100\text{ m}$ , 水車と発電機の総合効率を  $80\%$ , 発電所の年間の設備利用率を  $60\%$  としたとき, この発電所の年間発電電力量の値 [ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ]に最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

年間発電電力量 [ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ]	
(1)	100 000 000
(2)	400 000 000
(3)	700 000 000
(4)	1 000 000 000
(5)	1 300 000 000

問 16 こう長 25 km の三相 3 線式 2 回線送電線路に，受電端電圧が 22 kV，遅れ力率 0.9 の三相平衡負荷 5 000 kW が接続されている。次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし，送電線は 2 回線運用しており，与えられた条件以外は無視するものとする。

(a) 送電線 1 線当たりの電流の値[A]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし，送電線は単導体方式とする。

- (1) 42.1      (2) 65.6      (3) 72.9      (4) 126.3      (5) 145.8

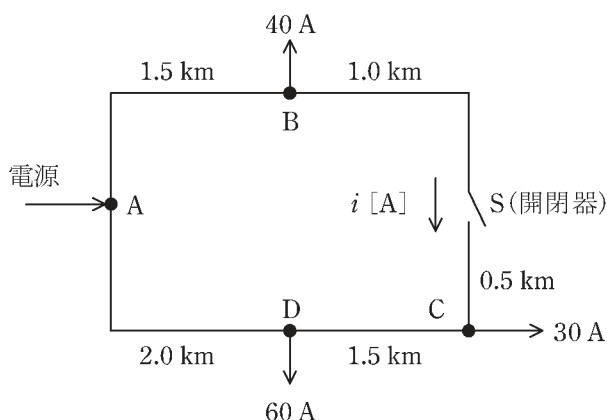
(b) 送電損失を三相平衡負荷に対し 5 %以下にするための送電線 1 線の最小断面積の値[mm<sup>2</sup>]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし，使用電線は，断面積 1 mm<sup>2</sup>，長さ 1 m 当たりの抵抗を  $\frac{1}{35} \Omega$  とする。

- (1) 31      (2) 46      (3) 74      (4) 92      (5) 183

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、電圧は相間電圧とする。

- (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