

令和 8 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。

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。その中から最も適切なものを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])

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 水力発電所に用いられるダムの種類と特徴に関する記述として、最も不適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 重力ダムとは、コンクリートの重力によって水圧などの外力に耐えられるようにしたダムであって、体積は大きくなるが、構造が簡単で安定性が良い。我が国では、最も多く用いられている。
- (2) アーチダムとは、水圧などの外力を兩岸の岩盤で支えるようにアーチ型にしたダムであって、兩岸の幅が広く、岩盤が丈夫なところに作られ、コンクリートの量を節減できる。
- (3) ロックフィルダムとは、岩石を積み上げて作るダムであって、内側には、砂利、アスファルト、粘土などが用いられている。ダムは大きくなるが、資材の運搬が困難で建設地付近に岩石や砂利が多い場所に適している。
- (4) アースダムとは、土壌を主材料としたダムであって、灌漑用の池などを作るのに適している。軟弱な地盤でも作れるという利点がある。ダムの高さは50mを超えるものもある。
- (5) 取水ダムとは、水路式発電所の水路に水を導入するため河川に設けられるダムであって、ダムの高さは低く、越流形コンクリートダムなどが用いられている。

問2 ある地域の面積が $6\,500\text{ km}^2$ 、平均海拔 750 m で、この地域の年間降水量を $1\,100\text{ mm}$ としたとき、この地域全体での理論的包蔵水力(電力量換算値[$\text{TW}\cdot\text{h}$])として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、包蔵水力の計算において、その地域の水の流出係数を1とする。

- (1) 1.7 (2) 6.0 (3) 30 (4) 150 (5) 15

問3 次の文章は、火力発電所の復水器に関する記述である。

火力発電所の復水器は、蒸気タービンの排気を冷却水で冷やし、排気を
〔ア〕させて水に戻し、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、蒸気タービンの〔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)	凝縮	真空度	圧力差	効率
(2)	凝縮	真空度	圧力差	回転速度
(3)	膨張	温度	温度差	回転速度
(4)	凝縮	温度	温度差	効率
(5)	膨張	真空度	温度差	回転速度

問 4 次の文章は、原子核に関する記述である。

原子核は、正の電荷をもつ (ア) と電荷をもたない中性子とが結合したものである。原子核の質量は、(イ) と中性子の個々の質量の合計より (イ) 。この差を (ウ) といい、結合時にはこれに相当する結合エネルギーが放出される。この質量の差を $m[\text{kg}]$ 、真空中の光の速度を $c[\text{m/s}]$ とすると、放出されるエネルギー $E[\text{J}]$ は (エ) に等しい。

原子力発電は、ウラン等原子燃料の (オ) の前後における原子核の結合エネルギーの差を利用したものである。

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)	陽子	大きい	質量増加	mc^2	核融合
(2)	陽子	小さい	質量欠損	mc^2	核分裂
(3)	電子	大きい	質量増加	mc	核融合
(4)	陽子	小さい	質量欠損	mc	核分裂
(5)	電子	小さい	質量欠損	mc	核分裂

問5 次の文章は、電池及びその関連技術に関する記述である。

電池には、充電することによって繰り返し利用できる (ア) がある。その代表的なものに (イ) が挙げられ、携帯電子機器、電気自動車、電力貯蔵設備などのさまざまな用途で活用されている。蓄電能力の高い (ウ) やその他の蓄電機器を、電力貯蔵設備として風力発電や太陽光発電と併せて用いることで、出力の (エ) ができる。 (オ) は大電力貯蔵用の機器として用いられている。(オ) の (カ) は、鉛蓄電池に比べて3倍程度高い。

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)	二次電池	リチウム イオン電池	平滑化	空気亜鉛電池	単位質量あたりの エネルギー密度
(2)	一次電池	リチウム イオン電池	短絡抑制	空気亜鉛電池	単位質量あたりの エネルギー密度
(3)	二次電池	酸化銀電池	短絡抑制	空気亜鉛電池	起電力
(4)	二次電池	リチウム イオン電池	平滑化	ナトリウム・ 硫黄電池	単位質量あたりの エネルギー密度
(5)	一次電池	酸化銀電池	平滑化	ナトリウム・ 硫黄電池	起電力

問 6 変圧器の V 結線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) 同一の単相変圧器 2 台を使用して三相平衡負荷に供給している場合、変圧器の利用率は $\frac{\sqrt{3}}{3}$ となる。

(2) 電灯動力共用方式の場合、共用変圧器には電灯と動力の電流が加わって流れるため、一般に動力専用変圧器の容量と比較して共用変圧器の容量の方が大きい。

(3) 単相変圧器 2 台で三相が得られる。

(4) 同一の単相変圧器 3 台を Δ 結線とした場合と比較すると、供給することのできる電力は $\frac{\sqrt{3}}{3}$ 倍となる。

(5) 単相変圧器を用いた Δ 結線方式と比較して、変圧器の電柱への設置が簡素化できる。

問 7 配電用変電所における 6.6 kV 配電線の一般的な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) 配電線の事故時には、配電線引出口遮断器は、事故遮断して一定時間の後に再閉路継電器により自動再閉路される。
- (2) 地絡事故の検出のため、配電線引出口には地絡過電圧継電器が設置される。
- (3) 主要変圧器の二次側を遮断させる過電流継電器の動作時限は、各配電線を遮断させる過電流継電器の動作時限より長く設定される。
- (4) 地絡事故の保護のため、各配電線に地絡方向継電器が設置される。
- (5) 短絡事故の保護のため、各配電線に過電流継電器が設置される。

問 8 架空送電線路で用いられる電線の太さを決定する際に考慮すべき項目として、特に関係のない事項はどれか。次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 機械的強度
- (2) コロナ放電の抑制
- (3) 電圧降下
- (4) 線路損失
- (5) 雷・開閉サージの波高

問 9 非接地方式の電線路に 1 線地絡が発生した場合の現象として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 地絡電流は直接接地方式に比べて大きい。
- (2) 健全相の電位が上昇する。
- (3) 電線路のこう長が長いほど地絡電流は大きい。
- (4) 間欠アークが発生し、異常電圧が発生するおそれがある。
- (5) 通信線の誘導障害は、抵抗接地方式に比べて小さい。

問 10 地中送電線路の電力ケーブルで発生する損失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) 電力ケーブルの抵抗損は、導体自身を流れる交流電流によって生じる交番磁界の影響で、導体を流れる電流密度分布に偏りが発生するという表皮効果によって大きくなる。導体の断面積が大きいほど表皮効果の影響が大きいため、分割導体や素線絶縁導体を採用することで抵抗損を低減することができる。
- (2) 電力ケーブルの抵抗損は、近接して配置されるケーブル導体を流れる交流電流によって生じる交番磁界の影響で、導体を流れる電流密度分布に偏りが発生するという近接効果によって大きくなる。電力ケーブルの相間距離が短いほど近接効果の影響が大きいため、電力ケーブルの相間距離を離すことで抵抗損を低減することができる。
- (3) 電力ケーブルの誘電損は、印加される交流電圧と同位相の電流成分が絶縁体にわずかに流れることで生じる。この誘電損は、絶縁体の誘電率及び誘電正接に比例し、印加電圧の2乗に比例するため、印加電圧が同じ場合には誘電率及び誘電正接の小さい絶縁体を使用することで誘電損を低減することができる。
- (4) 電力ケーブルのシース回路損は、導体を流れる交流電流によって生じる交番磁界の影響で、金属シースの長手方向に電流が誘導されることで生じる。クロスボンド接地方式の採用によって、3相の各電力ケーブルの金属シースに流れる誘導電流どうしが打ち消し合う効果が得られるため、シース回路損を低減することができる。
- (5) 電力ケーブルの渦電流損は、導体を流れる交流電流によって生じる交番磁界の影響で、金属シース内に渦電流が誘導されることで生じる。厚さの薄い金属シースの採用によって交番磁界の影響を小さくすることや、導電率の高い金属シースの採用によって渦電流による発熱を小さくすることで、渦電流損を低減することができる。

問 11 スポットネットワーク方式及び低圧ネットワーク方式(レギュラーネットワーク方式ともいう)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) 一般的に複数回線の配電線により電力を供給するので、1回線が停電しても電力供給を継続することができる配電方式である。
- (2) 低圧ネットワーク方式では、供給信頼度を高めるために低圧配電線を格子状に連系している。
- (3) スポットネットワーク方式は、負荷密度が極めて高い大都市中心部の高層ビルなど大口需要家への供給に適している。
- (4) 一般的にネットワーク変圧器の一次側には保護装置としてネットワークプロテクタが設置され、二次側には断路器が設置される。
- (5) スポットネットワーク方式において、ネットワーク変圧器一次側で単一故障が発生したときでも停電は発生しない。

問 12 1 バンクの定格容量 $20 \text{ MV}\cdot\text{A}$ の三相変圧器を 3 バンク有する配電用変電所がある。変圧器 1 バンクが故障した時に長時間の停電なしに故障発生前と同じ電力を供給したい。

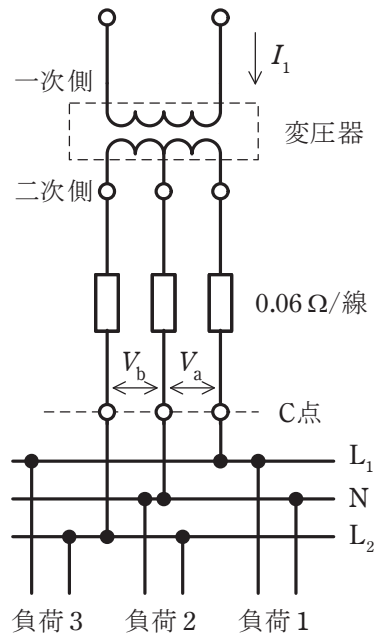
この検討に当たっては、変圧器故障時には、他の変電所に故障発生前の負荷の 7 % を直ちに切り換えることができるとともに、残りの健全な変圧器は、定格容量の 120 % まで過負荷で運用できるものとする。

力率は常に 95 % (遅れ) で変化しないものとしたとき、故障発生前の変電所の最大総負荷の値 [MW] として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 24.5 (2) 42.4 (3) 49.0 (4) 63.6 (5) 73.5

問 13 一次電圧 6 600 V，二次電圧 210 V/105 V の柱上変圧器がある。図のような単相 3 線式配電線路において三つの抵抗負荷が接続されている。負荷 1 の電流は 55 A，負荷 2 の電流は 60 A，負荷 3 の電流は 45 A である。 L_1 と N 間の電圧 V_a [V]， L_2 と N 間の電圧 V_b [V]，及び変圧器の一次電流 I_1 [A] の値の組合せとして，正しいものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし，変圧器から低圧負荷までの電線 1 線当たりの抵抗を $0.06\ \Omega$ とし，変圧器の励磁電流とインピーダンス，低圧配電線のリアクタンス，及び C 点から負荷側線路のインピーダンスは考えないものとする。



	V_a [V]	V_b [V]	I_1 [A]
(1)	98.6	96.2	3.12
(2)	99.3	98.4	3.26
(3)	98.6	96.2	3.26
(4)	99.3	99.0	3.26
(5)	99.3	98.4	3.12

問 14 電気設備に使用される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) ガス遮断器などに使用される SF_6 ガスは、大気圧よりも高い圧力で使用され、同じ圧力の空気と比較して絶縁破壊強度が高く、アーク放電が発生した際の消弧能力にも優れる。 SF_6 ガスは、反応性が非常に小さく安定した不燃性のガスであるが、大気中に排出されると、地球温暖化への影響が大きいガスである。
- (2) 変圧器の絶縁油は、鉱油系絶縁油、合成絶縁油、植物性絶縁油の3種類があり、鉱油系絶縁油が主流である。絶縁油は、変圧器内部を絶縁する役割のほかに、変圧器内部で発生する熱を対流等によって放散冷却する役割があるため、粘度が高い方がよい。
- (3) CV ケーブルに使用される架橋ポリエチレン絶縁体は、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した絶縁体であり、絶縁特性と耐熱変形性の双方に優れている。
- (4) OF ケーブルに使用される油浸紙絶縁体は、多層に巻き上げた絶縁紙の積層体に絶縁油を含浸させた絶縁体であり、大気圧よりも高い油圧を加えることで絶縁破壊強度を高めている。
- (5) がいしに使用される絶縁体は、一般に磁器、ガラス、ポリマの3種類があり、我が国では磁器がいしが主流である。最近では、軽量性や耐衝撃性などの観点から、内側に高い機械強度と絶縁強度を有するガラス繊維強化プラスチック製のコア材を配置し、その外側にポリマ製の笠付き外被で覆ったポリマがいしの利用が進んでいる。

B 問題(配点は 1 問題当たり (a)5 点, (b)5 点, 計 10 点)

問 15 下記の条件で運転する揚水発電所について, 次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

ただし, 水の密度を $1\,000\text{ kg/m}^3$, 重力加速度を 9.8 m/s^2 とする。

また, 簡単のため, 運転中の総落差, 損失水頭, 流量, 効率は変わらないものとする。

総落差: $H_0 = 450\text{ m}$

発電時使用水量: $Q_g = 50\text{ m}^3/\text{s}$

揚水量: $Q_p = 40\text{ m}^3/\text{s}$

発電損失水頭: H_0 の 3 %

揚水損失水頭: H_0 の 3 %

発電運転時の発電機及び水車の効率合計(掛け算): $\eta_g\eta_t = 90\%$

揚水運転時の電動機及びポンプの効率合計(掛け算): $\eta_m\eta_p = 85\%$

発電運転時間: $T_g = 8\text{ 時間}$

(a) この揚水発電所について, 発電出力[kW]と揚水入力[kW]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。

	発電出力[kW]	揚水入力[kW]
(1)	192 500	201 300
(2)	198 500	207 500
(3)	204 400	201 300
(4)	198 500	213 750
(5)	192 500	213 750

- (b) この揚水発電所について、発電運転 8 時間を行う場合の揚水所要時間[時間]と、揚水に使用した電力量を発電電力量に変換する変換効率[%]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。

	揚水所要時間[時間]	変換効率[%]
(1)	8	72.0
(2)	8	76.5
(3)	10	72.0
(4)	10	74.2
(5)	10	76.5

問 16 架空電線路の径間，電線の長さ及びたるみに関して，次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 径間を S [m]，電線のたるみを D [m] とするとき，電線の長さ L [m] を示す式として，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$(1) \ S + \frac{8D^2}{3S} \quad (2) \ S + \frac{8D}{3S} \quad (3) \ S + \frac{3D^2}{8S} \quad (4) \ S + \frac{3D}{8S} \quad (5) \ S + \frac{D^2}{3S}$$

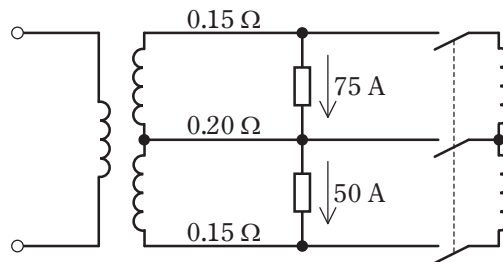
(b) 電線の単位長当たりの重量を 10 N/m，実長を 50.01 m とする。この電線を径間 50.00 m で設置したときの電線の水平引張強さ[kN]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$(1) \ 2.34 \quad (2) \ 2.55 \quad (3) \ 2.77 \quad (4) \ 7.22 \quad (5) \ 16.7$$

問 17 図のように，電圧線及び中性線の抵抗がそれぞれ $0.15\ \Omega$ 及び $0.20\ \Omega$ の $100/200\ \text{V}$ 単相 3 線式配電線路に，力率が $100\ \%$ で電流がそれぞれ $75\ \text{A}$ 及び $50\ \text{A}$ の二つの負荷が接続されている。

この配電線路にバランサを接続した場合について，次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし，負荷電流は一定とし，線路抵抗以外のインピーダンスは無視するものとする。



(a) バランサに流れる電流の値[A]として，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 8.3 (2) 10.0 (3) 12.5 (4) 15.0 (5) 25.0

(b) バランサを接続したことによる線路損失の減少量の値[W]として，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 57 (2) 69 (3) 86 (4) 103 (5) 172