

令和 5 年度

第 1 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. 解答は、マークシートの間番号に対応した解答欄にマークしてください。

例えば、問1の (1) と表示のある問に対して(イ)と解答する場合は、下の例のように問1の(1)の(イ)をマークします。

なお、マークは各小問につき一つだけです。二つ以上マークした場合には、採点されません。

(マークシートへの解答記入例)

問 1				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
●	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)
(ロ)	●	(ロ)	(ロ)	(ロ)
(ハ)	(ハ)	●	(ハ)	(ハ)
(ニ)	(ニ)	(ニ)	●	(ニ)
(ホ)	(ホ)	(ホ)	(ホ)	●
(ヘ)	(ヘ)	(ヘ)	(ヘ)	(ヘ)
(ト)	(ト)	(ト)	(ト)	(ト)
(チ)	(チ)	(チ)	(チ)	(チ)

問		
(1)	(2)	(3)
(イ)	(イ)	(イ)
(ロ)	(ロ)	(ロ)
(ハ)	(ハ)	(ハ)
(ニ)	(ニ)	(ニ)
(ホ)	(ホ)	(ホ)
(ヘ)	(ヘ)	(ヘ)
(ト)	(ト)	(ト)
(チ)	(チ)	(チ)

正解と思われるものの記号の枠内を、マークシートに印刷されているマーク記入例に従い、濃く塗りつぶす方法で示してください。

6. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(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 [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 1 種

電 力

A問題(配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

問1 次の文章は, 水車の基本特性に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

水車はランナの形状が (1) であれば, その出力に関係なく, 同じ特性を持つ。今, 二つの (1) 形状のランナにおいて, 流量を Q_1, Q_2 [m^3/s], 落差を H_1, H_2 [m], 回転速度を N_1, N_2 [min^{-1}], ランナの直径を D_1, D_2 [m], 出力を P_1, P_2 [kW] とする。

ランナに入る水の流速は (2) に比例するとともに, ランナの周速度は流速に比例し, 水の流量は流速と流入面積に比例するものとする。

このとき, 水車の出力の比 $\frac{P_1}{P_2} = \frac{Q_1 H_1}{Q_2 H_2} =$ (3) が成立する。

同時に, 水車の回転速度は周速度に比例し, 直径に反比例することから, ここに $H_1 = 1\text{m}, P_1 = 1\text{kW}, H_2 = 50\text{m}, P_2 = 10\,000\text{kW}$ とすれば, N_1 は $N_1 = N_2 \times$ (4) で表される。この N_1 のことを (5) という。

[問1の解答群]

- | | | |
|-----------|--|--|
| (イ) 類似 | (ロ) 落差の平方根 | (ハ) ランナの直径 |
| (ニ) 無拘束速度 | (ホ) $\left(\frac{D_1}{D_2}\right) \times \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{\frac{1}{2}}$ | (ヘ) 14.1 |
| (ト) 同期速度 | (チ) 対称 | (リ) $\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \times \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{\frac{1}{2}}$ |
| (ヌ) 落差 | (ル) 2.00 | (レ) 比速度 |
| (リ) 0.75 | (カ) $\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \times \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{\frac{3}{2}}$ | (ロ) 相似 |

問2 次の文章は、沸騰水型軽水炉及び加圧水型軽水炉の出力制御に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

制御棒による出力制御は沸騰水型、加圧水型の双方で用いられており、中性子 (1) 材を充填した制御棒を炉心内に挿入又は炉心外へ引き抜くことにより、原子炉出力を制御する。制御棒を炉心内へ挿入する位置は沸騰水型と加圧水型では一般的に異なっており、沸騰水型では炉心の (2) から挿入される。

この他の方法としては、沸騰水型軽水炉では (3) による出力制御があり、 (3) が増加することで冷却材中のボイドの体積比率が低下し、中性子の (4) 効果が高くなるので、原子炉出力は増加する。

加圧水型軽水炉では、 (5) 濃度による出力制御がある。これは (5) が中性子を吸収する性質を利用して出力を制御するものであり、一次冷却材にこれを注入して濃度を増すと、原子炉出力は減少する。

[問2の解答群]

- | | | |
|------------|-----------|----------|
| (イ) クロム | (ロ) 生成 | (ハ) 反射 |
| (ニ) 炉心スプレー | (ホ) 上部 | (ヘ) 透過 |
| (ト) 減速 | (チ) 下部 | (リ) 増殖 |
| (ヌ) ほう素 | (ル) 吸収 | (ヲ) 横 |
| (リ) 原子炉圧力 | (カ) トリチウム | (ヰ) 炉心流量 |

問3 次の文章は、電力系統における開閉サージに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

遮断器や断路器の開閉操作を行う際には、開閉サージと呼ばれる過渡的な過電圧を生じる場合がある。無負荷送電線の投入に際しては、送電線に電源電圧の波高値で充電された電荷が残留している場合、最大で電源電圧の波高値のおよそ (1) 倍まで送電線の対地電圧が上昇する可能性がある。この対策として、我が国の500 kV 系統では (2) 付の遮断器を用いることでサージ電圧を抑制している。

電流の遮断に際しても開閉サージが生じる場合がある。短絡インピーダンスの抵抗成分が無視できる事故点で地絡故障が生じ、交流の地絡電流が零値を通過するときに遮断が行われる場合では、遮断直後の電源側端子の対地電圧は平常時の交流電圧の (3) となる。したがって、過渡的な電圧の最大値は平常時の (3) のおよそ (4) 倍となる。また、変圧器の励磁電流のような小さな遅相電流を遮断(電流裁断)する際には、変圧器のインダクタンスを L 、変圧器電流を I とすると、遮断直後の変圧器端子の電圧は (5) と表される。このように、電流裁断が発生すると高い過電圧を生じる可能性がある。

[問3の解答群]

- | | | |
|------------|-----------|-----------------------|
| (イ) コンデンサ | (ロ) LI | (ハ) $\sqrt{3}$ |
| (ニ) 抵抗 | (ホ) 2 | (ヘ) 4.5 |
| (ト) 避雷器 | (チ) 1.5 | (リ) $\frac{1}{2}LI^2$ |
| (ヌ) 3 | (ル) リアクトル | (レ) 波高値 |
| (リ) 波高値の半分 | (カ) 実効値 | (ロ) $L \frac{dI}{dt}$ |

問4 次の文章は、スマートメータに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

従来、使用されてきた誘導形電力量計は、電力の使用量に応じて機械的に動く円盤が内蔵されている。そのため、逆潮流があると電力の使用量の正確な計測ができないことから、太陽光発電設備を有する需要家には (1) 装置付き誘導形電力量計が2台設置されていた。

現在は、デジタルで計測する電力量計の機能により、逆潮流電力量も測定が可能となっている。その機能に加え、 (2) ，双方向の通信機能、 (3) ブレーカの機能(一部の地域は未実装)が付与されたスマートメータが展開されている。

さらに、通信機能の搭載により、 (4) の自動化が図れるとともに、これまで電力量計で行っていた時間帯別電力量の仕分けを (5) 分ごとの計測値を用いMDMS(Meter Data Management System)で行うことが可能となった。これにより、多様な料金メニューの実現が可能となった。

[問4の解答群]

- | | | |
|------------|-------------|-------------|
| (イ) 検針 | (ロ) 方向判別 | (ハ) 検定 |
| (ニ) 単独運転防止 | (ホ) 回路の開閉機能 | (ヘ) 漏電 |
| (ト) 90 | (チ) ヒューズ付 | (リ) 電圧の制御機能 |
| (ヌ) 逆回転防止 | (ル) 修理 | (フ) 30 |
| (リ) アンペア | (カ) 1 | (ヱ) 力率の調整機能 |

B問題(配点は1問題当たり計20点)

問5 次の文章は、変電所の環境調和に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

変電所は、通常の運転をするうえでは、排ガスや汚水など、環境を汚染する廃棄物はほとんど発生しないが、地域との共生や周囲との調和を図るためには、以下のような様々な対応が必要となる。

- ・変電所から発生する騒音には、変圧器騒音や開閉器操作音、空気圧縮機の騒音などがある。これらの騒音対策としては、低騒音機器の採用、騒音源となる機器を屋内に設置、騒音源となる機器の周囲を防音壁で囲むなどの処置がとられる。変圧器自体の騒音の発生原因としては、①鉄心の (1) による振動、②鉄心のつなぎ目及び成層間に働く (2) による振動、③巻線導体間又は巻線間に働く (3) による振動、④強制冷却の場合、ポンプ、ファンなどの補機が発生する振動などがある。鉄心から発生する騒音を低減するためには、主な原因である①を小さくすることが有効であり、具体的には、経時変化の少ない材料を使用したり、鉄心の (4) 密度の値を低減させたりする方法が考えられる。
- ・変電所の有効な景観対策としては、変電所周囲の緑化、目隠し効果のある壁の設置、 (5) の採用、屋内式又は (6) 式変電所の採用などがあるがコストが高くなる欠点がある。
- ・変電所から発生する電磁界(EMF)のレベルを低減させる対策として、磁界を閉じ込める方法と発生する磁界そのものを小さくする方法がある。前者は、磁界発生源の周囲を覆うものとして、 (7) 素材や鉄などが用いられる。後者は、三相交流の特徴を利用し、電流が流れる3本の導体を均等に配置して、発生する磁界を打ち消す方法や、隣接する機器やケーブルに流れる電流方向を (8) て打ち消す方法などが採用されている。

[問5の解答群]

- | | | |
|------------|--------------|---------------|
| (イ) 慣性力 | (ロ) アモルファス | (ハ) 熱ひずみ |
| (ニ) 気中絶縁 | (ホ) 直角に交差させ | (ヘ) 電流 |
| (ト) ローレンツ力 | (チ) 電束 | (リ) 充電部隠ぺい化機器 |
| (ヌ) 地下 | (ル) 磁束 | (ヲ) 磁気ひずみ |
| (リ) クーロン力 | (カ) 応力ひずみ | (ヨ) 静電力 |
| (タ) 磁気吸引力 | (レ) 向かい合わせ | (ヅ) アルミ |
| (ツ) 電磁力 | (ネ) ライブタンク機器 | |

問6 次の文章は、電線のたるみに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

電線のたるみは、電線の材質が一樣でたわみ性があるものとみなせば、理論的には (1) 曲線となる。電線支持点に高低差のない径間の場合、図において点 O を原点とする (1) 曲線は次式であらわされる。

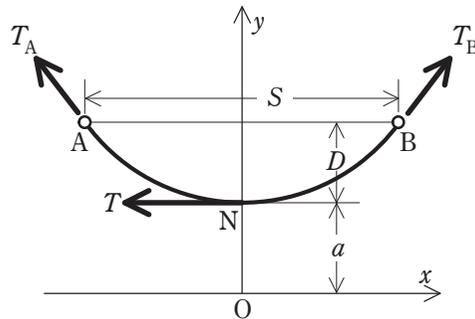
$$y = \text{(2)} = a \left(1 + \frac{x^2}{2!a^2} + \frac{x^4}{4!a^4} + \frac{x^6}{6!a^6} + \dots \right)$$

実際の送電線路では、たるみ D [m] が径間 S [m] に比べて十分に小さいため、放物線とみなして $y = \text{(3)}$ を活用する。

ここに a は定数で、曲線の最低点 N の y 座標を示す。 a は、単位長あたりの電線重量を W_c [kg/m]、電線の水平張力 T [kg] を用いて (4) と表せる。

原点を O から点 N に移せば、 $y = \text{(5)}$ となり、 $x = \frac{S}{2}$ 、 $a = \text{(4)}$ を代入すると、たるみ $D = \text{(6)}$ となる。

図において、電線の支持点 A、B における張力 T_A 、 T_B は、最低点における水平張力 T と W_c と D を用いて、 $T_A = T_B = \text{(7)}$ であり、電線の各点の張力を全て水平張力と同一として設計しても大差はない。



[問6の解答群]

(イ) $T \times W_c D$

(ニ) $\frac{W_c}{T}$

(ホ) $a + \frac{x}{a}$

(ヘ) $a + \frac{x^2}{4a}$

(ト) カテナリ

(チ) $\frac{W_c S^2}{8T}$

(リ) $a + \frac{x^2}{2a}$

(カ) $T + W_c D$

(キ) $\frac{x}{a}$

(ク) $a \cosh \frac{x}{a}$

(ケ) $\frac{W_c S}{8T}$

(コ) $\frac{8T}{W_c S^2}$

(サ) $T + 8W_c D$

(セ) 2次

(ハ) $\frac{T}{W_c}$

(ニ) $a \cos \frac{x}{a}$

(ホ) $\frac{x^2}{2a}$

(ヘ) $a \sinh \frac{x}{a}$

(ト) $\frac{x^2}{4a}$

(チ) 正弦波