

令和 7 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。

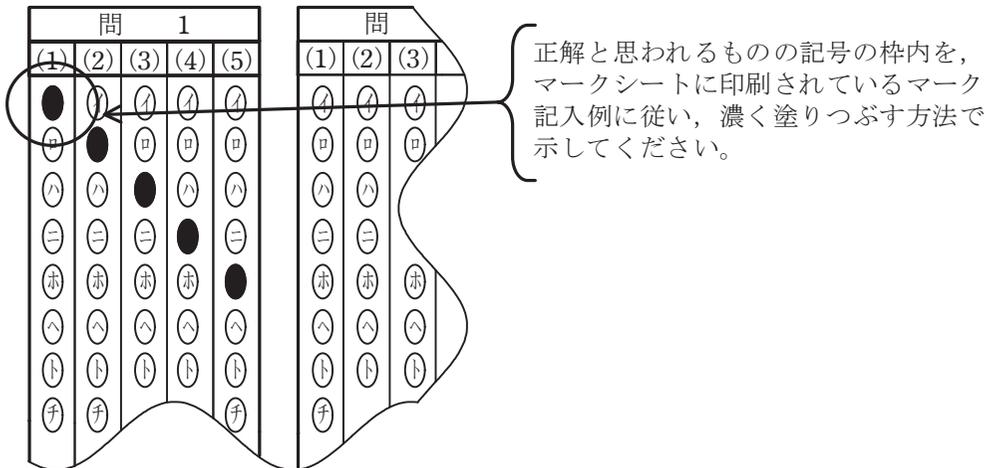
例えば、問1の

(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)



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, 原子燃料及び原子燃料サイクル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。

天然ウランには核分裂しやすいウラン 235 が約 0.7 %しか含まれていないため, この割合を高める濃縮工程が必要である。実用化されている濃縮方法のうち, 我が国で用いられているのは □ (1) 法である。

原子力発電所の使用済燃料の中には, 核分裂しなかったウランと, 新しくできたプルトニウムが含まれる。これらのエネルギー資源を回収することを □ (2) という。 □ (2) の方法として, 我が国では湿式法の一つである □ (3) 法が導入されている。

使用済燃料から取り出したプルトニウムを, ウランなどと混合して MOX 燃料に加工し, □ (4) で利用することをプルサーマルという。

放射性廃棄物は放射能レベルによって分類されるが, 我が国では, 高レベル放射性廃棄物は □ (5) と混ぜて熔融し, 容器に入れて固化したものを地下深い安定した地中層に埋設処分することが計画されている。

[問1の解答群]

- | | | |
|------------|------------|-------------|
| (イ) 再処理 | (ロ) ガス拡散 | (ハ) キレート |
| (ニ) コンクリート | (ホ) 高速中性子炉 | (ヘ) 再臨界 |
| (ト) レーザ | (チ) ガラス | (リ) 遠心分離 |
| (ヌ) 転換炉 | (ル) 鉛 | (ヲ) ピューレックス |
| (リ) 熱中性子炉 | (カ) 再分離 | (ヰ) カスケード |

問2 次の文章は、中距離送電線の四端子定数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。

こう長が 50~100 km の中距離送電線は、図のような π 形等価回路として模擬することができる。すなわち、送電線路上の直列インピーダンス及び並列アドミタンスを (1) 定数として取り扱うことが可能である。

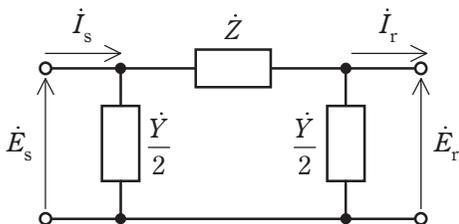


図 π 形等価回路

送電端の相電圧 \dot{E}_s 、電流 \dot{I}_s と受電端の相電圧 \dot{E}_r 、電流 \dot{I}_r の関係は、送電線の四端子定数 \dot{A} 、 \dot{B} 、 \dot{C} 、 \dot{D} を用いて、以下のとおり表すことができる。

$$\begin{bmatrix} \dot{E}_s \\ \dot{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{A} & \dot{B} \\ \dot{C} & \dot{D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{E}_r \\ \dot{I}_r \end{bmatrix}$$

ここで四端子定数 \dot{A} 、 \dot{B} 、 \dot{C} 、 \dot{D} は、直列インピーダンス \dot{Z} 及び並列アドミタンス \dot{Y} を用いて以下のとおり表すことができる。

$$\dot{A} = \dot{D} = \text{ (2)}$$

$$\dot{B} = \text{ (3)}$$

$$\dot{C} = \text{ (4)}$$

公称電圧 275 kV の三相交流中距離送電線において、 $\dot{Z} = j20 \Omega$ 、 $\dot{Y} = j0.001 \text{ S}$ 、送電端の相電圧 $\dot{E}_s = \frac{275}{\sqrt{3}} \text{ kV}$ のとき、受電端を無負荷とした場合の受電端の相電圧 \dot{E}_r は (5) kV となる。

[問2の解答群]

- | | | | | |
|------------------------------------|---|---|---------------|------------------------------------|
| (イ) $1 + \frac{\dot{Z}\dot{Y}}{4}$ | (ロ) $\dot{Y} \left(1 + \frac{\dot{Z}\dot{Y}}{2} \right)$ | (ハ) \dot{Y} | (ニ) 分布 | (ホ) 162 |
| (ヘ) 集中 | (ト) $\dot{Y} (1 + \dot{Z}\dot{Y})$ | (チ) 伝搬 | (リ) \dot{Z} | (ヌ) 164 |
| (ル) $1 + \dot{Z}\dot{Y}$ | (ヲ) 160 | (ワ) $\dot{Y} \left(1 + \frac{\dot{Z}\dot{Y}}{4} \right)$ | (カ) 1 | (ヱ) $1 + \frac{\dot{Z}\dot{Y}}{2}$ |

問3 次の文章は、地中送電線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。

大都市においては大規模な高電圧地中送電系統が形成されているが、これらの系統では同程度の距離の架空送電線に比べて、フェランチ効果によって [(1)] 時の受電端電圧が高くなる傾向がある。

地中送電線に用いられるケーブルについては、現在はCVケーブルを用いることが主流である。CVケーブルはOFケーブルと異なり絶縁体に [(2)] を使用しているため、 [(3)] が小さく、保守・点検の省力化が図れる。また、導体の常時最高許容温度は90℃、短時間最高許容温度は [(4)] ℃とOFケーブルよりも高く、電流容量が大きい。一方で初期には水トリ現象がみられた。水トリ現象は絶縁体中の [(5)] とそこに供給される水の相乗作用により、トリ(樹枝)状に絶縁劣化が進展する現象である。

[問3の解答群]

- | | | |
|-----------|-------------|--------------|
| (イ) 130 | (ロ) 誘電体損失 | (ハ) 高温 |
| (ニ) 重負荷 | (ホ) 絶縁フィルム | (ヘ) 105 |
| (ト) 軽負荷 | (チ) ヒステリシス損 | (リ) シース |
| (ヌ) 半導電層 | (ル) ボイド | (ヲ) 架橋ポリエチレン |
| (リ) ビニル外装 | (カ) 120 | (ヱ) 銅損 |

問4 次の文章は、配電自動化システムにおける事故原因区間の特定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。

配電線路の事故原因区間を特定する方式は、配電線の (1) 開閉器を使用し、事故時には配電用変電所の遮断器の (2) と協調して開閉器を順次投入することにより、自動的に事故原因区間を特定し、切り離す方式である。

この方式には、開閉器動作の (3) 協調による順送式と、光ケーブル・メタルケーブルなどの有線を用いた制御信号を使用した信号方式がある。

信号方式は、開閉器に (4) 制御機能をもたせたもので、事故時の健全区間の (5) 送電による停電時間の短縮が期待できる。

[問4の解答群]

- | | | |
|---------|----------|-----------|
| (イ) 連絡用 | (ロ) 開放動作 | (ハ) 接地用 |
| (ニ) 逆 | (ホ) 区分用 | (ヘ) 試 |
| (ト) 順 | (チ) 位相制御 | (リ) 再閉路動作 |
| (ヌ) 電流 | (ル) 力率 | (フ) 時限 |
| (リ) 保護 | (カ) 遠隔 | (ヱ) 絶縁 |

B問題(配点は1問題当たり計20点)

問5 次の文章は、水力発電所に設置される入口弁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。

入口弁は (1) の入口に設置され、水車の起動・停止に伴って開閉される止水弁であり、主弁と側路弁からなる。入口弁の主たる設置目的として、 (2) の低減やガイドベーン又は (3) の摩耗を防ぐことが挙げられる。水車起動時には、まず側路弁を開き主弁前後の水圧を均衡させ、その後、主弁を開いていくことで (4) の低減を図る。また、水車停止時にガイドベーン又は (3) が閉鎖不能になった場合は流水遮断する機能を有する。

入口弁の主弁には複数の形式があるが、落差・流量に応じて採用する形式を使い分けている。中落差・中流量の発電所では古くから (5) が用いられてきたが、最近では (5) に代わって、圧力損失が比較的小さい (6) が採用されている。高落差・大流量で多く採用される (7) は流れ方向に直角に設けられた軸を中心として (8) の弁体が回転する。水車発電機の運転中は、この弁体内を流水が通過するので、圧力損失が比較的小さい。

また、遮水性が高い水路用ゲートがあり低落差の場合は、入口弁を省略するケースもある。

[問5の解答群]

- | | |
|-----------------|---------------|
| (イ) ステイベーン先端の摩耗 | (ロ) ランナベーン |
| (ハ) ちょう形弁 | (ニ) 円盤状 |
| (ホ) ケーシング | (ハ) 主弁シール部の摩耗 |
| (ト) スルース弁 | (チ) バイパス弁 |
| (リ) 流量調整部の起動トルク | (ヌ) シールリング |
| (ル) ガイドベーン | (フ) 複葉弁 |
| (リ) ニードル弁 | (カ) 停止時の漏水量 |
| (ヨ) ステイベーン | (ク) ロータリ弁 |
| (レ) 円筒状 | (シ) 起動時の漏水量 |

問6 次の文章は、変圧器や送電線の保護に広く活用されている差動リレー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。

差動リレーは動作原理とリレー構成が簡単であり、事故区間の判断を確実かつ高速に行うことができるため、送電線、母線、変圧器、発電機など設備の主保護リレーとして幅広く使用されている。動作原理は保護する設備に流入・流出する電流の差を監視するもので、被保護設備内に事故がなければ電流の差が零であるという (1) を応用したものである。図1のように被保護設備に流入・流出する電流をCTで検出し、図のように動作回路を構成すれば、設備事故時のみ $i_1 \neq i_2$ となり、動作回路のOCに i_d が流れる。特性図は図2のようになり、第二、第四象限は両端から電流が流入するときの (2) 事故を意味する。図中の K は一端から電流が流入するときの動作値を示す。

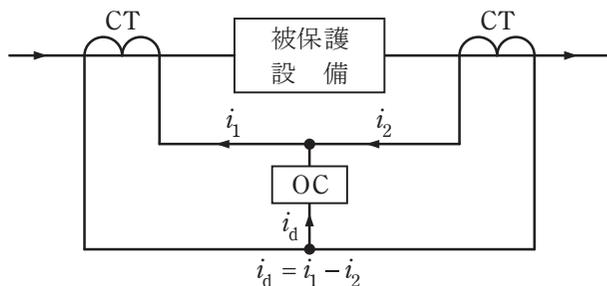


図1 差動リレーの原理

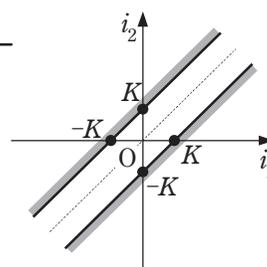


図2 単純差動リレー特性図

しかし、実際の差動リレーでは、

- ①各端子CTの特性差や電流集中による一部CTの (3)
- ②各端子CT二次回路の (4) の不平衡
- ③被保護設備が変圧器の場合、タップ切換器の動作などによる (5) の不整合
- ④被保護設備が送電線の場合、表示線の (4) や電流波形 (6) 誤差

など、被保護設備健全時においても $i_d \neq 0$ となる要因が多数あるため、端子電流 i_1 、 i_2 が大きいときは i_d の動作限界値を大きくすることで誤動作を防止している。このことを抑制をかけるといい、このようなリレーを比率差動リレーという。

比率差動リレーにおける抑制方式としては、 (7) 和抑制方式や最大端子 (7) 抑制方式が一般的であり、各被保護設備への適用においては、各設備固有の問題に対して適切な対策を講じる必要がある。

[問6の解答群]

- | | |
|-----------------|-----------------|
| (イ) キルヒホッフの第2法則 | (ロ) インピーダンス |
| (ハ) 感度低下 | (ニ) CT比 |
| (ホ) 内部 | (ヘ) サンプリング |
| (ト) 飽和 | (チ) 鳳-テブナンの定理 |
| (リ) 伝送 | (ヌ) 外部 |
| (ル) スカラ | (フ) 共振 |
| (リ) 励磁電流 | (カ) キャパシタンス |
| (ヨ) ベクトル | (ク) キルヒホッフの第1法則 |
| (レ) 位相 | |