

令和元年度

第 2 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はマークシートに印刷されているマーク記入例に従い、正しくマークしてください。

（受験番号記入例：0141K01234Aの場合）

受 験 番 号										
数 字			記号	数 字			記号			
0	1	4	1	K	0	1	2	3	4	A
●					●	0	0	0	0	●
①	●	①	●		①	●	①	①	①	●
②		②	②		②	②	●	②	②	●
③		③	③	●	③	③	③	●	③	●
④		●	④		④	④	④	④	●	●
⑤			⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	●
⑥			⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	●
⑦					⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	
⑧					⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	

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) と表示のある間に対して(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、マークは各小間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)

A 問						
問 1					問 2	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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 2 種

電 力

A問題(配点は1問題当たり小問各3点, 計15点)

問1 次の文章は, ペルトン水車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。

ペルトン水車はノズルから流出するジェットをランナに作用させるものである。ランナはジェットを受ける (1) とその取付部である (2) とからなる。ノズルは水圧管につながり, これによって水の圧力水頭を速度水頭に変え, この水をジェットとして (1) に作用させる。ノズルでは, 負荷に応じて使用水量を調整するため, ノズル内に (3) を設け, これを動かしてジェットの断面積を変える。水車の負荷が急激に減少したときは, (4) で (1) にあたるジェットをそらせておいて, 徐々に (3) を閉じ, 水圧管内の水圧上昇をできるだけ抑える。

水車を停止する場合, 回転の逆方向から (1) の背面に少量の噴射水をあててブレーキ作用させる (5) を備えている。

[問1の解答群]

- | | | |
|-----------|--------------|-------------|
| (イ) ディスク | (ロ) ケーシング | (ハ) ガイドベーン |
| (ニ) スルース弁 | (ホ) ジェットブレーキ | (ヘ) ドラム |
| (ト) 制圧機 | (チ) バケット | (リ) ピッチサークル |
| (ヌ) ガバナ | (ル) ニードル弁 | (レ) ノズルブレーキ |
| (リ) デフレクタ | (カ) ロータリ弁 | (エ) ドラムブレーキ |

問2 次の文章は、電力系統に発生する過電圧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。

電力系統の過電圧には、雷撃により発生する雷過電圧、遮断器の開閉操作に伴い発生する開閉過電圧、一線地絡事故や (1) により発生する短時間交流過電圧がある。

これら三つの過電圧を比べると、一般的に、過電圧の電圧値の大きさの関係は (2) であり、過電圧の継続時間の長さの関係は (3) である。

過電圧の発生を防止又は過電圧の大きさを抑制するために、以下の対策が行われている。

- ・雷過電圧に対しては、避雷器や (4) を設置する。
- ・開閉過電圧に対しては、遮断器に抵抗投入・抵抗遮断方式を採用する。
- ・短時間交流過電圧に対しては、 (5) を設置して対地充電電流を補償する。

[問2の解答群]

- (イ) 電力用コンデンサ (ロ) 残留電荷 (ハ) 塔脚接地抵抗がより大きな鉄塔
- (ニ) 架空地線 (ホ) 同期遮断器 (ヘ) 逆フラッシュオーバ
- (ト) 分路リアクトル (チ) 負荷遮断 (リ) 負荷時タップ切換装置
- (ヌ) 雷過電圧 < 開閉過電圧 < 短時間交流過電圧
- (ル) 雷過電圧 < 短時間交流過電圧 < 開閉過電圧
- (レ) 開閉過電圧 < 雷過電圧 < 短時間交流過電圧
- (ロ) 開閉過電圧 < 短時間交流過電圧 < 雷過電圧
- (カ) 短時間交流過電圧 < 雷過電圧 < 開閉過電圧
- (コ) 短時間交流過電圧 < 開閉過電圧 < 雷過電圧

問3 次の文章は、送電容量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。

送電線路により送電できる有効電力の最大値(本問題では「送電容量」という)は様々な制約を考慮して定められているが、それぞれの制約によって、送電容量を増加させるための対策は異なる。

電線温度の制約で定まる送電容量を増加させる方法としては、断面積が大きい電線や耐熱性の高い電線を用いることで、電線の (1) を大きくする方法がある。

送電線路に多導体を採用すると、断面積の合計値が同一である単導体の送電線路に比べ、送電線路の (2) が減少することから、過渡安定性、定態安定性(小じょう乱同期安定性)、 (3) の制約から定まる送電容量も増加する。送電線路の (2) を減少させる方法としては、多導体の採用のほかに、並列して使用する回線数を増やす方法や、 (4) の採用も考えられる。

電圧階級を上げると、電線温度の制約によって定まる送電容量は電圧に比例して増加する。また、ある位相差角のときに送電できる有効電力が電圧の (5) にほぼ比例することから、電圧階級を上げることにより、過渡安定性、定態安定性(小じょう乱同期安定性)の制約から定まる送電容量も増加させることができる。

[問3の解答群]

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| (イ) 線間距離 | (ロ) コロナ電圧 | (ハ) 三乗 |
| (ニ) 電圧安定性 | (ホ) 一乗 | (ヘ) 弛度 |
| (ト) 周波数上昇 | (チ) 直列コンデンサ | (リ) リアクタンス |
| (ヌ) 直列リアクトル | (ル) 対地静電容量 | (フ) 並列コンデンサ |
| (リ) 二乗 | (カ) 周波数低下 | (エ) 許容電流 |

問4 次の文章は、配電線の高低圧混触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。

一般に低圧電路は、変圧器の (1) や電線等の (2) 故障の際に高圧電路と混触を起し、高圧側の電圧が低圧側に現れて危険となるおそれがあるため、変圧器にはB種接地工事を施して、発生する電位上昇を抑制している。

図1に示すように、線間電圧の大きさが V の三相3線式電線路に接続された単相変圧器において、高低圧巻線間に混触が生じた際の低圧側電線の対地電圧 \dot{V}_R の大きさを V_1 以下にするための接地抵抗 R の最大値 R_M を以下のように求める。ただし、 C は三相線路の電線1条の対地静電容量、 ω は電源の角周波数である。また、変圧器のインピーダンスは無視する。

図2に示す高低圧混触時のテブナンの定理による等価回路より、接地抵抗 R に流れる電流 \dot{I}_R の大きさは (3) で表される。ここで、 $R \ll \frac{1}{3\omega C}$ とすると、最大値 R_M は (4) で表される。なお、柱上変圧器の高圧巻線と低圧巻線の混触は、配電用変電所の (5) で検出され、配電用変電所の遮断器で遮断される。

[問4の解答群]

- | | | |
|----------------|-----------|--------------|
| (イ) 過熱 | (ロ) 過負荷 | (ハ) 励磁突入 |
| (ニ) 地絡保護リレー | (ホ) 内部故障 | (ヘ) 過電流保護リレー |
| (ト) カットアウトヒューズ | (フ) アーク放電 | (リ) 断線 |

(ヌ) $\frac{3\sqrt{3}V_1}{V\omega C}$	(ル) $\frac{3V_1}{V\omega C}$	(ヲ) $\left \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{R + \frac{1}{j3\omega C}} \right $
--------------------------------------	------------------------------	--

(リ) $\left \frac{\sqrt{3}V}{R + \frac{1}{j3\omega C}} \right $	(カ) $\frac{V_1}{\sqrt{3}V\omega C}$	(ヱ) $\left \frac{V}{R + \frac{1}{j3\omega C}} \right $
---	-------------------------------------	---

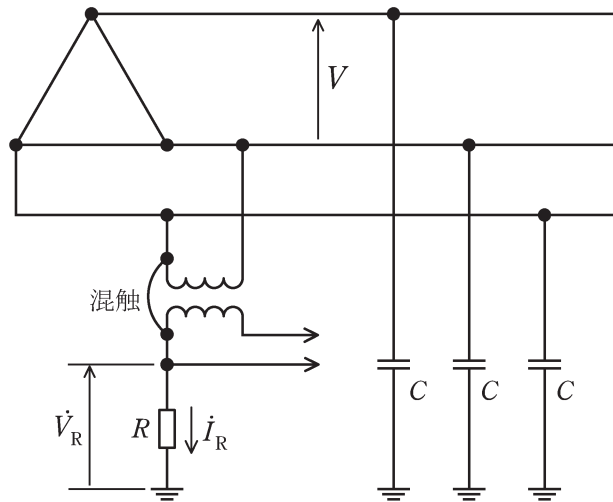


図1 配電系統における高低圧混触

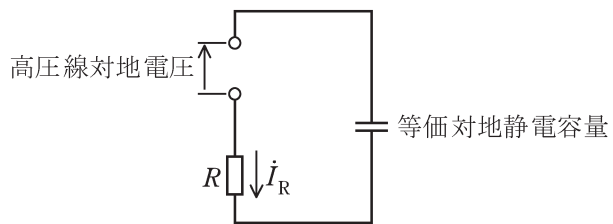


図2 高低圧混触時のテブナンの定理による等価回路

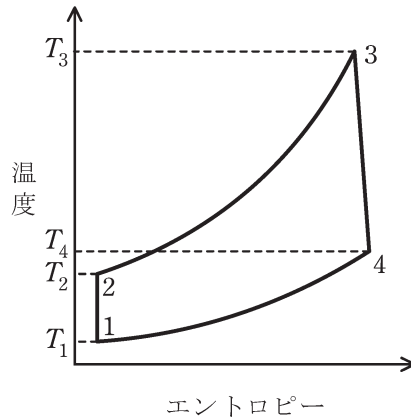
B問題(配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

問5 次の文章は, ガスタービン発電の熱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。

燃焼器が1組だけのガスタービン発電における基本熱サイクルを単純 (1) といい, 基本設備は燃焼器のほかに発電機, (2), ガスタービンで構成される。図は単純 (1) の熱サイクル線図で, 燃焼器に相当する軌跡は (3) である。燃焼器で発生した高温高压の燃焼ガスをガスタービンで (4) させタービン軸を回し仕事をする。受熱量を Q_1 , 放熱量を Q_2 , 各点の温度を T_1, T_2, T_3, T_4 とすれば, 理論熱効率 η は次式で示される。

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$= 1 - \text{ (5) }$$



熱サイクル線図

[問5の解答群]

- | | | |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| (イ) ブレイトンサイクル | (ロ) 1 から 2 | (ハ) 排熱回収ボイラ |
| (ニ) カルノーサイクル | (ホ) 断熱膨張 | (ヘ) $\frac{T_1}{T_3}$ |
| (ト) 2 から 3 | (チ) 4 から 3 | (リ) 空気圧縮機 |
| (ヌ) 等圧燃焼 | (ル) ランキンサイクル | (ヲ) 断熱圧縮 |
| (ワ) 脱硝装置 | (カ) $\frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_4}$ | (コ) $\frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2}$ |

問6 次の文章は、MW級風力発電装置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。

発電事業用の風力発電には水平軸・3枚翼の□(1)風車が広く用いられている。我が国で現在広く用いられている風力発電には、風車の回転数をほぼ一定とするものと、風車の回転数を大きく変化させるものがある。

前者には、設備構成が簡素で、□(2)を電力系統に直接連系するタイプがある。後者には、風力発電の発電性能向上などを目的とした、次の二つのタイプがある。

① □(3)の二次巻線を□(4)方式により励磁するタイプ

②メンテナンスの負担が大きい増速機を省略するために、数十の極を有する発電機に□(5)を組み合わせるタイプ

[問6の解答群]

- | | | |
|--------------|---------------|--------------|
| (イ) 超同期セルビウス | (ロ) 永久磁石発電機 | (ハ) ダリウス形 |
| (ニ) 無効電力補償装置 | (ホ) リラクタンス発電機 | (ヘ) 直流発電機 |
| (ト) プロペラ形 | (チ) クレーマ | (リ) 巻線形誘導発電機 |
| (ヌ) サボニウス形 | (ル) かご形誘導発電機 | (レ) 同期発電機 |
| (ワ) BTB変換装置 | (カ) ワードレオナード | (エ) 移相変圧器 |

問7 次の文章は、直流送電方式の利点と課題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。

洋上風力や離島と本土系統を直流送電で連系する場合には、交流送電における海底ケーブルの (1) の制約を受けずに送電電力を高めることができ、誘電体損失も小さいという特徴がある。また、架空送電においては、直流は交流に比べ対地電圧を低くすることができ、一般に鉄塔の高さを低くすることができる。例えば、交流送電と直流送電において、送電電力及び送電損失がそれぞれ等しい場合、直流中性点接地2線式(双極式)における送電線の対地電圧は、交流三相3線式の対地波高電圧に比べて (2) 倍となる。ただし、各導体の抵抗の値は同じで、交流の場合、力率は1とする。

一方で、交直変換装置を必要とし、交流系統の電圧で転流動作を行う (3) 変換器を用いる場合には、常に (4) を消費する。このため、交流側には (4) を補償する設備が必要である。直流は交流のように電流零点を通過しないため、事故電流を抑制又は遮断するには、交直変換装置の制御により行うか、大容量高電圧の (5) が必要となる。

[問7の解答群]

- | | | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| (イ) 有効電力 | (ロ) 直流リアクトル | (ハ) ジュール熱 |
| (ニ) 進み無効電力 | (ホ) 充電電流 | (ヘ) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ |
| (ト) $\frac{1}{2}$ | (チ) 電食 | (リ) 直流遮断器 |
| (ヌ) 遅れ無効電力 | (ル) 他励式 | (レ) 周波数 |
| (リ) 直流断路器 | (カ) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | (ロ) 自励式 |