

平成 22 年度

第 1 種
電 力

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

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（又はB）のしん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：0141N0123Aの場合）

受 験 番 号									
数 字			記号	数 字			記号		
0	1	4	1	N	0	1	2	3	A
●					●	○	○	○	●
○	●	○	●		○	●	○	○	○
○		○	○		○	○	●	○	○
○		○	○		○	○	○	●	○
○		●	○		○	○	○	○	○
○			○		○	○	○	○	○
○				●	○	○	○	○	○
○					○	○	○	○	○
○					○	○	○	○	○
○					○	○	○	○	○

A
B
C
K
L
M
N

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。

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，原子力発電で広く利用されているウラン 235 の核分裂の概要に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句，式又は数値を解答群の中から選びなさい。

核分裂の仕方は様々であるが，ウラン 235 ($^{235}_{92}\text{U}$) に 1 個の (1) が衝突することによって，ストロンチウム ($^{94}_{38}\text{Sr}$) とキセノン ($^{140}_{54}\text{Xe}$) に分裂し 2 個の (1) が生じる場合，質量欠損は約 (2) [%] であり，その際，放出されるエネルギーはウラン原子 1 個当たり約 (3) [MeV] である。なお，核分裂反応時に放出されるエネルギーの大部分は核分裂によって生じる原子核の (4) エネルギーであるが，これは核分裂が発生した場所の近傍で直ちに熱エネルギーに変換される。

1 [eV] は約 1.6×10^{-19} [J] である。質量欠損に同等なエネルギー E をジュール [J] 単位で求める式は，質量欠損 m [kg]，光速 c [m/s] とすれば， $E =$ (5) [J] で表される。

[問1の解答群]

(イ) 2000

(ロ) 電子

(ハ) 電気

(ニ) 200

(ホ) 0.009

(ヘ) 陽子

(ト) 約 $0.8 \times 10^{-13} mc^2$

(チ) mc^2

(リ) 20

(ヌ) 運動

(ル) 位置

(レ) 0.09

(ヴ) 約 $1.6 \times 10^{-13} mc^2$

(カ) 中性子

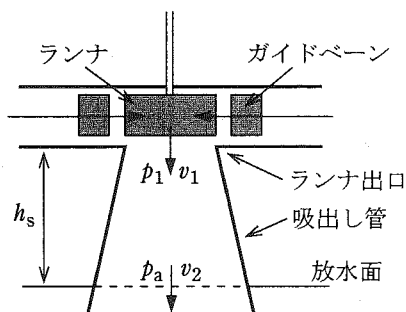
(エ) 0.3

問2 次の文章は、反動水車の吸出し管に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句、式又は数値を解答群の中から選びなさい。

吸出し管とはランナ出口から放水面までの接続管をいい、次の二つの機能を持っている。

- a. ランナ出口と放水面間の落差（位置エネルギー）を有効に利用する。
- b. ランナから放出された水のもつ運動エネルギーを効率よく回収し、吸出し管出口の (1) を少なくする。

水車に働く総エネルギーに対する、ランナ出口から放出される水のもつ運動エネルギーの割合は、低速水車よりも高速水車になるほど大きいため、一般的に、高速で、 (2) の水車では、吸出し管の設計や施工の良否が水車全体の効率に大きく影響する。



- p_1 :ランナ出口の圧力 [Pa]
- v_1 :ランナ出口の流速 [m/s]
- p_a :大気圧 [Pa]
- v_2 :吸出し管出口の流速 [m/s]
- h_s :吸出し高さ [m]
- h_d :吸出し管内の損失水頭 [m]

吸出し管（概略図）

いま、図のように、ランナ出口の圧力、流速をそれぞれ p_1 [Pa]、 v_1 [m/s]、吸出し管出口の流速を v_2 [m/s]、大気圧を p_a [Pa]、吸出し高さを h_s [m]、吸出し管内における損失水頭を h_d [m]、水の密度を ρ [kg/m³]、重力加速度を g [m/s²] とすると、ベルヌーイの式より次式を導くことができる。

$$\frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} - h_s - (\text{ (3) })$$

(3) は、吸出し管で回収された運動エネルギー分を表し、この値が大きいかほど $\frac{p_1}{\rho g}$ が小さくなり水車出力は増加する。吸出し管の効率を η_d とすると、回収された運動エネルギーに相当する水頭は $\frac{\eta_d v_1^2}{2g}$ で表され、 η_d は、普通、円すい形吸出し管で (4) 程度、エルゴ形で 0.6 程度である。

また、上式より、ランナ出口の圧力は、大気圧より低くなるが、その値が水の蒸気圧より下がって蒸気の気泡が生じる現象を (5) と呼ぶ。

[問 2 の解答群]

- | | | |
|---|--------------|---|
| (イ) $\frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} - h_d$ | (ロ) キャビテーション | (ハ) $\frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} + h_d$ |
| (ニ) ハンチング | (ホ) 低比速度 | (ヘ) 高落差 |
| (ト) 0.4 | (チ) 回復水頭 | (リ) $\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + h_d$ |
| (ヌ) 低落差 | (ル) 0.1 | (レ) サージング |
| (ワ) 廃棄損失 | (カ) 圧力水頭 | (エ) 0.8 |

問3 次の文章は、変電所の塩害及びその対策に関する記述である。文中の [] に当てはまる最も適切な語句を解答群の中から選びなさい。

変電所で電気絶縁のために使われるがいし、ブッシングの表面には、台風や季節風などによる強い海風により運ばれる海塩が付着する。この表面が湿潤を受けて (1) 性を有するようになり、漏れ電流が流れ、その発熱により電流が集中するところに (2) が形成される。汚損、湿潤の程度によって (2) での局所的な放電の発生にとどまる場合から、表面が絶縁破壊し停電事故に至る場合もある。

変電所の塩害対策は、(3) に耐えることを基本に、塩分付着量度合いを考慮して決められる。塩害対策は、母線がいしにおいては設計汚損量までは (4) で対策し、機器用がいしやがい管は、0.03ないし0.06 [mg/cm²] まで (4) で対策し、それ以上は洗浄による対策を施しているのが実情である。154 [kV] 以下の電圧では (5) 塗布が用いられることもある。また、重汚損地区では、屋内化やGISなど隠ぺい化の対策が採られることが多い。

[解答群]

- | | | |
|-------------------|----------|-----------|
| (イ) 汚損帯 | (ロ) 導電 | (ハ) 雷過電圧 |
| (ニ) シリコンコンパウンド | (ホ) 耐熱 | (ヘ) 乾燥帯 |
| (ヒ) 格差絶縁 | (フ) 絶縁強化 | (リ) 開閉過電圧 |
| (ヌ) 半導電 | (ル) 絶縁低減 | (レ) グリース |
| (リ) 湿潤帯 | (カ) エポキシ | |
| (ロ) 一線地絡時の健全相電圧上昇 | | |

問4 次の文章は、高圧配電線の保護方式に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句又は数値を解答群の中から選びなさい。

非接地三相3線式高圧配電方式は回路の (1) を接地しない方式である。しかし、通常、配電用変電所において配電線保護として (2) 検出を行うため、 (2) 検出用の計器用変圧器が設置されており、その二次あるいは三次側Δ結線の開放端に (3) リレーの適正動作と (4) 防止を兼ねて数十〔Ω〕程度の制限抵抗が接続されるので、一次側に換算すると (5) 〔Ω〕の高抵抗接地となる。

[解答群]

- | | | |
|--------------|-------------------|----------|
| (イ) 感電 | (ロ) 母線保護 | (ハ) 逆相電圧 |
| (ニ) 100～1000 | (ホ) 5000～10000 | (ヘ) 異常電圧 |
| (ト) 短絡方向 | (チ) 零相電圧 | (リ) 中性点 |
| (ヌ) 負荷機器 | (ル) 地絡方向 | (レ) 正相電圧 |
| (リ) 高低圧混触 | (カ) 100000～200000 | (ロ) 一線路 |

B問題（配点は1問題当たり20点）

問5 次の文章は、汽力発電所（コンバインドサイクル発電所を除く）の蒸気タービン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語句又は数値を解答群の中から選びなさい。

運転中の蒸気タービンの回転速度を一定に保つには、 [(1)] によって [(2)] を駆動・制御し、タービンに流入する [(3)] の調節を行う。なお、再熱タービンにおいては、系統の負荷が急激に遮断されたとき、 [(2)] を閉じて再熱蒸気がタービンに流入するため [(4)] によってこれを阻止し、過速を防止する。 [(2)] ， [(4)] などを作動させる駆動力には一般に [(5)] が用いられる。

発電機の系統並列運転時には、タービンの回転速度は系統周波数に左右されるため、 [(1)] は系統周波数変化に対するタービン出力応答機能として働く。

系統事故時などにおいて、蒸気タービンが定格負荷運転から無負荷になり安定した時点では、蒸気タービンの回転速度は [(6)] するが、この回転速度変化量の定格回転速度に対する割合を [(7)] という。 [(7)] が大きすぎると周波数変化への対応が鈍感になり、逆に小さすぎると敏感になる。 [(7)] は、通常 [(8)] [%] 程度に設定される。

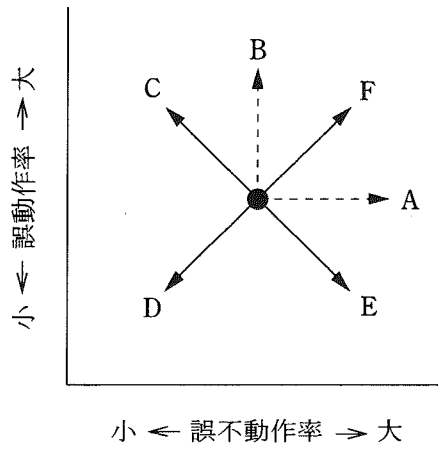
[問5の解答群]

- | | | |
|--------------|-------------|-------------|
| (イ) 電動機 | (ロ) 低下 | (ハ) 2～5 |
| (ニ) 速度調定率 | (ホ) 蒸気加減弁 | (ヘ) 再熱蒸気止め弁 |
| (ト) 負荷変化率 | (チ) 12～15 | (リ) 調速装置 |
| (ヌ) 蒸気温度 | (ル) インタセプト弁 | (フ) 同期装置 |
| (ワ) 油 圧 | (カ) 7～10 | (ミ) 蒸気流量 |
| (ク) 主蒸気止め弁 | (レ) 空気圧 | (ヨ) 上昇 |
| (ツ) 給水ポンプ出口弁 | (ネ) 周波数変化率 | |

問 6 次の表及び図は、保護リレーシステムの信頼度向上策に関して示したものである。表の ～ については、表中の「ねらい」及び「具体例」に最も合致する語句を、また、 ～ については、図において、それぞれの信頼度向上策により保護リレーシステムの信頼度が変化する方向を最も正しく表す矢印を解答群の中から選びなさい。 ～ については、同じ矢印を複数回選択してもよい。なお、図の信頼度を示す●は表の信頼度向上策を施す前の装置の状態（信頼度）であり、矢印 A は誤不動作率が大きくなることを、矢印 B は誤動作率が大きくなることを表している。

表

信頼度向上策	ねらい	具体例	図での移動方向
<input type="text" value="(1)"/>	故障する要因を排除し故障しにくいものにする	サージ対策	<input type="text" value="(5)"/>
<input type="text" value="(2)"/>	稼動信頼度の向上（故障したらすぐ発見・修復を行う）	電源監視 情報伝送回路のパーティチェック	<input type="text" value="(6)"/>
<input type="text" value="(3)"/>	装置不良と系統事故との同時発生に備え保護の確実化を図る	並列二重化	<input type="text" value="(7)"/>
<input type="text" value="(4)"/>	故障しても直ちに不要動作につながらない構成とする	フェイルセーフ	<input type="text" value="(8)"/>



図

[問6の解答群]

- | | |
|-------------------|---------------------|
| (イ) 消耗部品の定期取替 | (ロ) 周波数上昇リレーの採用 |
| (ハ) 直列多重化 | (ニ) 多系列化 |
| (ホ) 高速度再閉路の適用 | (ヘ) 高集積素子の採用 |
| (ト) 不良発生の防止 | (チ) 部品点数の削減 |
| (リ) ホットスタンバイ構成の採用 | (ス) 逆相電流を用いた保護方式の採用 |
| (ル) 定期点検の高頻度化 | (ツ) 自動監視の適用 |
| (リ) 矢印 C | (カ) 矢印 D |
| (ロ) 矢印 E | (ク) 矢印 F |