

令和元年度

第 2 種

機 械

(第 3 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。

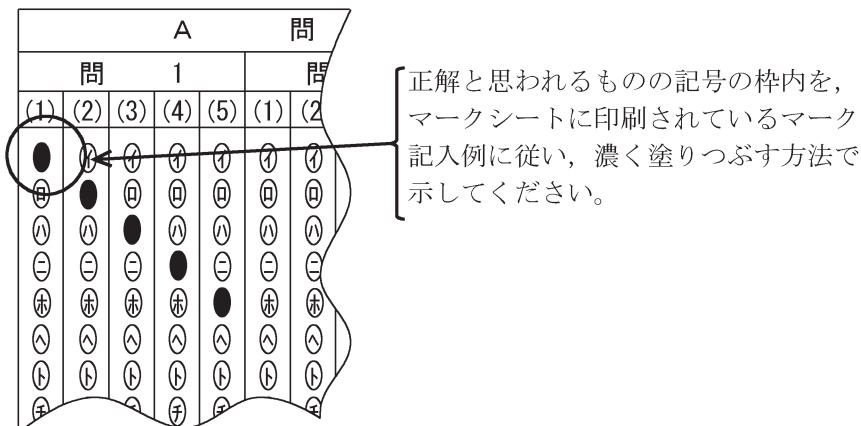
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

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)



6. 問7と問8は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 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。

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, 誘導電動機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。

三相誘導電動機の一次巻線に三相交流電源を接続すると回転磁界が発生する。回転磁界と回転子の回転速度に差があると, 回転子の二次巻線に (1) が流れ, 回転磁界との間でトルクが生じる。このとき, 発生するトルクは, 回転磁界と回転子の回転速度の差を (2) 方向に働く。

二極機のギャップに生じる磁束密度分布を正弦波状と仮定し, 回転角速度を ω とすると, 任意の位置 θ で観測される磁束密度は,

$$B(\theta,t) = B_m \cos(\theta - \omega t) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

と表すことができる。ただし, B_m は最大磁束密度である。①式は, $\theta =$ (3) の位置に最大磁束密度 B_m が現れることを示している。

一方, 二極の純単相誘導電動機の磁束密度分布は,

$$B'(\theta,t) = B'_m \cos(\theta) \cos(\omega t) \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

と表せる。この場合, $\theta =$ (4) の位置で最大値となる正弦波状 $\cos(\theta)$ の磁束密度分布となり, その大きさは $\cos(\omega t)$ で変化する。このような磁束は, 回転磁界に対して, 交番磁界と呼ばれる。②式を書き換えると, 磁束密度分布は,

$$B'(\theta,t) = \frac{B'_m}{2} \cos(\theta - \omega t) + \text{(5)} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

と二つの成分の和で表すことができる。③式の第1項は①式と同じ方向に回転する回転磁界であり, 第2項はそれとは逆方向に回転する回転磁界である。

[問 1 の解答群]

- (イ) 減少させる (ロ) 維持する (ハ) 0 (ニ) $\frac{B'_m}{2} \cos(\theta + \omega t)$
- (ホ) $\frac{B'_m}{2} \sin(\theta + \omega t)$ (ヘ) $\frac{2\pi}{3}$ (ト) 漏れ電流 (チ) $\frac{\pi}{2}$
- (リ) $-\omega t$ (ヌ) ωt (ル) $2\omega t$ (ヲ) 励磁電流
- (ワ) 誘導電流 (カ) 増加させる (コ) $\left[-\frac{B'_m}{2} \cos(\theta + \omega t) \right]$

問2 次の文章は、同期発電機の特性曲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。

1. 無負荷飽和曲線

同期発電機を定格回転速度、無負荷で運転している場合の界磁電流に対する (1) の関係を示す曲線は無負荷飽和曲線という。界磁電流の増加に伴い鉄心が飽和するため、界磁電流と (1) の関係は比例関係にならず、いわゆる飽和特性を示す曲線になる。

2. 短絡特性曲線

同期発電機の端子を短絡し、定格回転速度で運転した場合の、界磁電流に対する (2) の関係を示す曲線を短絡特性曲線という。端子短絡状態では、電機子反作用による (3) で界磁起磁力の大部分が打ち消されるため界磁電流を増加させても鉄心は磁気飽和せず、特性曲線はほぼ直線となる。

無負荷飽和曲線と短絡特性曲線が得られると、同期発電機の短絡比を求めることができ、この短絡比と単位法(p.u.)で表した (4) は互いに逆数の関係になる。

3. 負荷飽和曲線

同期発電機を定格回転速度で運転し、電機子電流一定で力率一定の負荷をかけた場合の界磁電流に対する (1) の関係を示す曲線を負荷飽和曲線という。負荷飽和曲線のなかで特に電機子電流値が定格で (5) の負荷をかけた場合の曲線を (5) 飽和曲線といい、無負荷飽和曲線をポーシェの三角形を用いて平行移動することでもこの飽和曲線を描くことができる。

[問2の解答群]

- | | | |
|---------------|------------|---------------|
| (イ) 出力 | (ロ) 交差磁化作用 | (ハ) 定トルク |
| (ニ) 端子電圧 | (ホ) 減磁作用 | (ヘ) 零相電流 |
| (ト) 零力率 | (チ) 電機子電流 | (リ) 短絡インピーダンス |
| (ヌ) 過渡リアクタンス | (ル) 差動電流 | (ヲ) 容量性 |
| (ワ) 同期インピーダンス | (カ) 反磁性効果 | (ヨ) 励磁電圧 |

問3 次の文章は、単相交流電力調整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。

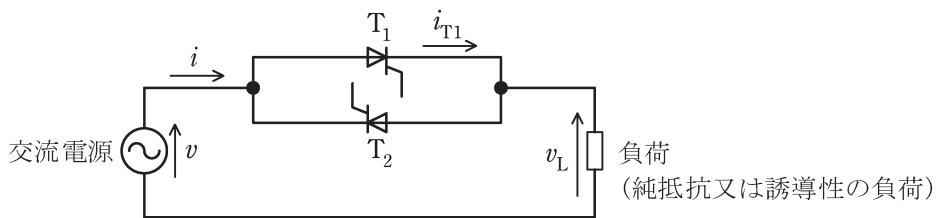
同じ制御遅れ角で点弧されるサイリスタが逆並列接続された単相交流電力調整装置を図に示す。まず負荷が純抵抗 R の場合の運転について考える。

電源電圧を $v = \sqrt{2}V \sin \omega t$ とすると、サイリスタ T_1 、 T_2 に印加される可能性がある電圧の最大値は (1) である。制御遅れ角 α で運転したとき、二つあるサイリスタのうち一方のサイリスタ T_1 に流れる電流 i_{T1} の平均値 $I_{0(av)}$ を求めるには、 ωt が α から π までの負荷電圧波形から1サイクル (0 から 2π) の平均値を計算して R で除すればよい。したがって、 $I_{0(av)} =$ (2) $\times (1 + \cos \alpha)$ となる。使用するサイリスタはこれらの電圧、電流値を参考にして選択される。

負荷で消費される交流電力は、制御遅れ角 α によって調整する。 α が $\frac{\pi}{2}$ のときに負荷で消費される電力は、 α が 0 のときに消費される電力に対して (3) となる。

次に、負荷が力率角 θ の誘導性負荷の場合の運転について考える。

この交流電力調整装置で出力の交流電圧すなわち交流電力を調整することができるのは、制御遅れ角 α を (4) の範囲で運転したときである。負荷が純インダクタンスであったときに、出力の交流電圧を調整できるある制御遅れ角 α_1 で運転したとすると、入力交流電流 i は、 v に対して基本波ベースで位相が (5) となり、無効電力の大きさを調整する手段に使われる。



[問3の解答群]

(イ) 同相

(ロ) 90° 進み

(ハ) 順方向に $\sqrt{2}V$, 逆方向に $\sqrt{2}V$

(ニ) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(ホ) $0 < \alpha < \theta$

(ヘ) $\frac{\sqrt{2}V}{\pi R}$

(ト) $\theta < \alpha < \pi$

(フ) $\frac{1}{4}$

(リ) 順方向に 0, 逆方向に $\sqrt{2}V$

(ヌ) 90° 遅れ

(ル) $\frac{V}{\sqrt{2}R}$

(レ) $\frac{V}{\sqrt{2}\pi R}$

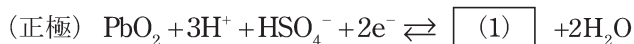
(ヲ) $\frac{\pi}{2} < \alpha < \theta$

(カ) $\frac{1}{2}$

(ヱ) 順方向に $\sqrt{2}V$, 逆方向に 0

問4 次の文章は、自動車用バッテリーなどに用いられている鉛蓄電池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。

鉛蓄電池は正極活物質に二酸化鉛、負極活物質に鉛、電解質に硫酸水溶液を用い、電極反応は以下の式で表される。



電解質の濃度は満充電時に約 30% である。放電するのに伴って濃度は (2) である。正極活物質の鉛の価数は (3) である。電気量 200 A・h の放電で反応する正極活物質の量は (4) の法則から、 (5) g である。なお、二酸化鉛のモル質量を 239.2 g/mol、電気素量を 1.602×10^{-19} C、アボガドロ定数を 6.022×10^{23} mol⁻¹ とする。

[問4の解答群]

- | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| (イ) Pb ₂ SO ₄ | (ロ) 2 | (ハ) 0 | (ニ) フレミング |
| (ホ) 変わらない | (ヘ) 1785 | (ト) 質量作用 | (チ) 4 |
| (リ) 892.6 | (ヌ) 低くなる | (ル) PbSO ₃ | (フ) 高くなる |
| (リ) 446.3 | (カ) PbSO ₄ | (ヨ) ファラデー | |

B問題(配点は1問題当たり計10点)

問5 次の文章は、三相変圧器における巻線の結線方法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。

三相変圧器巻線の結線方式には Y 結線(星形結線)と、 Δ 結線(三角結線)の2種類がある。Y-Y 結線は、変圧器の一次側、二次側とも巻線を Y 結線とする方法である。この結線の特長としては、 (1) が採用できるので、巻線の絶縁低減が可能となること、事故検出に十分な地絡電流が流れ保護が容易となることが挙げられる。しかし Y-Y 結線では、変圧器の励磁電流に含まれる第3次調波による近接通信線への電磁誘導障害などが発生する。

この第3次調波による障害を解決するために、三巻線変圧器を用いてその結線方式を (2) とすることにより第3次調波の影響を小さくすることができる。この結線は超高压の変圧器に広く適用されている。

中低圧でよく使われる Y- Δ 結線と Δ -Y 結線は (3) が励磁電流中の第3次調波成分の環流回路として働き、電流のひずみが小さくなる。

Δ - Δ 結線は、日本では主として 77 kV 以下の変圧器に適用される。この結線方式で独立した単相変圧器3台による場合には、1台の単相変圧器が故障しても健全な変圧器2台による (4) として、最大出力は落ちるものの三相電力の伝達ができる利点がある。欠点としては、 Δ - Δ 結線では (1) が採用できないため、アーク地絡によって異常電圧が発生すること、 (5) の場合に巻線に流れる循環電流が大きくなることなどが挙げられる。

[問5の解答群]

- | | | |
|----------------|--------------|----------------------|
| (イ) ケイ素鋼板鉄心変圧器 | (ロ) Y-Y-Y 結線 | (ハ) 補償巻線 |
| (ニ) 千鳥結線 | (ホ) Y 結線 | (ヘ) V 結線 |
| (ト) 油入自冷式変圧器 | (チ) スコット結線 | (リ) Δ 結線 |
| (ヌ) 中性点接地 | (ル) 平衡負荷 | (レ) 不平衡負荷 |
| (ヲ) 並列結線 | (カ) 無負荷 | (ロ) Y-Y- Δ 結線 |

問6 次の文章は、放射と光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。

放射とは、電磁波あるいは粒子の形によって伝搬するエネルギーのことである。電磁波の波長範囲は、 $10^{-16} \sim 10^8 \text{ m}$ であり、その波長によって宇宙線、ガンマ線、X線、紫外放射、可視放射(光)、赤外放射、電波などに区分され、それぞれ特有の性質を持っている。このうち人の目に入って、明るさの感覚を生じさせる (1) nm の波長範囲を可視放射(光)という。

単位時間にある面を通過する放射エネルギーの量を放射束という。単位はワット[W]又はジュール毎秒[J/s]であり、物理量である。

放射束に (2) における人の目の感度(分光視感効率)を乗じた量 Φ を (3) といい、単位はルーメン[lm]である。これは、物理量に人の目の感度を乗じた量であることから、心理物理量と呼ばれる。また、この Φ は、ある放射体からの分光放射束を $\Phi_e(\lambda)$ [W/nm]、標準分光視感効率を $V(\lambda)$ とすれば、次式より求まる。

$$\Phi = K_m \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V(\lambda) \Phi_e(\lambda) d\lambda$$

ここで、 λ は波長[nm]、 λ_1 から λ_2 までは可視放射(光)の波長範囲、 K_m は (4) であり、その値は約 (5) nm において約 683 lm/W である。

[問6の解答群]

- | | | | |
|-------------|-------------|------------|-------------|
| (イ) 暗所視下 | (ロ) 照度 | (ハ) 明所視下 | (ニ) 300~700 |
| (ホ) 555 | (ヘ) 380~780 | (ト) 固有光束係数 | (チ) 光束 |
| (リ) 507 | (ヌ) 400~870 | (ル) 薄明視下 | (ツ) 500 |
| (リ) 最大視感効果度 | (カ) 光度 | (ヨ) 形態係数 | |

問7及び問8は選択問題であり、問7又は問8のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問7 次の表の語句は、電気加熱に関するものである。A欄の加熱方式と最も深い関係にあるものを、B欄の加熱原理からみた電気の主たる役割及びC欄の被加熱物の加熱の様相の中からそれぞれ一つずつ選べ。

A	B	C
加熱方式	加熱原理からみた電気の主たる役割	被加熱物の加熱の様相
(1) ヒートポンプ加熱 (2) 直接抵抗加熱 (3) 赤外加熱 (4) 誘導加熱 (5) 誘電加熱	(イ) 交番電界の発生 (ロ) 電動機による圧縮機の駆動 (ハ) 電動機の摺動摩擦による熱の発生 (ニ) 熱放射の発生 (ホ) 交番磁界の発生 (ヘ) 被加熱物への通電 (ト) 放電による熱の発生	(a) 摩擦熱の吸収 (b) 電子及びイオンの吸収による発熱 (c) 放射の吸収による発熱 (d) 渦電流によって発生するジュール熱による発熱 (e) 通電電流によって発生するジュール熱による発熱 (f) 凝縮器からの熱の吸収 (g) 誘電損による発熱

(選択問題)

問8 次の文章は、マイクロコンピュータのプログラム言語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。

マイクロコンピュータのプログラム命令は、メモリから命令レジスタに読み込まれた後、命令デコーダで解読されて制御回路へ伝達される。このようなマイクロコンピュータが直接理解できるプログラム命令は、2進数で記述された機械語である。機械語を扱うときには、2進数4桁分を表す [(1)] 進数を用いることが多い。

一般的に機械語命令は、基本動作を表す命令コードと命令の対象となる数値やデータのアドレスなどを表現する [(2)] によって構成される。例えば、相対アドレスを指定する場合は、プログラムカウンタの値に [(2)] によって指定した値を加えて、目的のアドレスを算出する。停止命令や無操作命令など、一部の命令では [(2)] の無い命令もある。

[(3)] は、機械語とほぼ1対1に対応したニモニックを用いる言語で、機械語よりもプログラムの内容が分かりやすい。

機械語や [(3)] を低水準言語という。

人間が理解しやすいように記述した原始プログラムを一括して機械語などの低水準言語に変換する言語を総称して、 [(4)] 言語という。この変換作業によって原始プログラムは目的プログラムとなり、さらに別の目的プログラムや [(5)] と結合させて実行可能プログラムとなる。

実行時に原始プログラムを一文ずつ解釈し、逐次実行していく言語としてインタプリタ言語がある。この言語は、 [(4)] 言語に対してプログラム変更手順が容易であるが、実行速度は遅くなる。

[問8の解答群]

- | | | |
|--------------|-----------|----------------|
| (イ) アセンブラ | (ロ) 非手続き形 | (ハ) インデックスレジスタ |
| (ニ) ライブラリ | (ホ) オペコード | (ヘ) エミュレータ |
| (ト) オブジェクト指向 | (チ) 10 | (リ) 16 |
| (ヌ) オペランド | (ル) HTML | (レ) 8 |
| (リ) C言語 | (カ) リンカ | (ロ) コンパイラ |