

第 2 種

機 械

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, 同期発電機の効率と損失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。

同期発電機の効率は発電機への機械入力に対する発電機の電気出力の比で表される。

$$\text{発電機効率} [\%] = \frac{\text{電気出力}}{\text{機械入力}} \times 100 [\%] = \frac{\text{電気出力}}{\text{電気出力} + \text{(1)}} \times 100 [\%]$$

発電機の効率を求める場合, 工場で組み立てられる発電機では, 規格によって規定された方法に従って諸量を測定して各種損失を算出し, これらから (1) を求めて, 上式により発電機効率を求めることが一般的であり, このようにして求めた効率を (2) という。また, 発電機の各種損失とは以下のとおりである。

- ① 機械損：風損, 軸受及びブラシ (ブラシがある場合) の摩擦損の合計
- ② 無負荷鉄損：変動磁界によって電機子鉄心と他の金属部分で発生する損失
- ③ 電機子銅損 (又は直接負荷損)：電機子巻線の抵抗損
- ④ (3)：電機子電流による, 電機子銅損を除いた導体内の損失, 及び, 導体以外の金属部分と鉄心に生じる損失の合計
- ⑤ (4)：界磁巻線の抵抗損, 励磁装置の損失, 及びブラシの電気損 (ブラシがある場合) の合計

これらの損失の中で, 負荷電流 (電機子電流) に依存しない①と②を (5) と呼び, 負荷電流に依存するものとして③, ④を負荷損 (又は短絡損) と呼ぶ。

[問 1 の解答群]

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (イ) 定常損 | (ロ) 規約効率 | (ハ) 標準効率 |
| (ニ) 励磁回路損 | (ホ) 電気損 | (ヘ) 表皮効果損 |
| (ヒ) 界磁銅損 | (フ) 規約損失 | (ヒ) 全損失 |
| (ス) 規定損失 | (ム) 漂遊負荷損 | (フ) 補機回路損 |
| (リ) 約定効率 | (ホ) 誘導負荷損 | (リ) 固定損 |

問2 次の文章は、電気鉄道・電気自動車における電動機制御に関する記述である。

文中の [] にあてはまる最も適切なものを解答群から選べ。

電気鉄道や電気自動車は、搭載された電動機により車輪・タイヤに回転力を伝え、レールや路面と車輪・タイヤとの摩擦により駆動する。電気自動車では、永久磁石同期電動機が主流であるが、電気鉄道では、かご形の [(1)] が現在広く使われており、1インバータで複数台の [(1)] を駆動する方式が主流である。また、 [(2)] する際に、駆動用の電動機を用いて、運動エネルギーを [(3)] に変換する方式がある。変換されたエネルギーは、電気鉄道では架線・レールを通じて他の列車により消費され、電気自動車では [(4)] に蓄えられる。この制動方法のことを [(5)] と呼び、エネルギーの再利用が可能である。

しかし、電気自動車の [(4)] が満充電である場合には、 [(5)] を利用する事は出来ないため、このようなときには、従来の摩擦によるブレーキに切り替える制御が用いられる。また、電気鉄道では、他の列車により [(3)] を消費できない場合には、 [(2)] する車両の電動機を用いて変換した [(3)] を車上の抵抗で消費する方法などが用いられている。

[問2の解答群]

- | | | |
|--------------|-------------|---------------|
| (イ) 直流直巻電動機 | (ロ) 誘導電動機 | (ハ) 巻線界磁同期電動機 |
| (ニ) 力行 | (ホ) 制動 | (ヘ) 始動 |
| (ト) 位置エネルギー | (フ) 電気エネルギー | (リ) 熱エネルギー |
| (ス) エンジンブレーキ | (メ) 回生ブレーキ | (セ) 空気ブレーキ |
| (ワ) バッテリー | (モ) 燃料タンク | (ゾ) 充電器 |

問3 次の文章は、単相変圧器の並行運転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。

複数の変圧器の一次側が同一電源に接続され、二次側が同一負荷に接続されているとき、これらの変圧器は並行運転しているという。並行運転する場合、変圧器の容量は異なってもかまわないが、循環電流が生じないことが必要である。

循環電流を生じさせないためには、まず、変圧器の [(1)] が一致していることが必要である。 [(1)] が一致しない場合、誘導起電力の位相が180°ずれるため、非常に大きな循環電流が変圧器間を流れてしまう。

さらに、各変圧器の一次、二次の [(2)] と、その比、すなわち変圧比が等しいことも必要である。変圧比が等しくない場合、二次巻線の [(3)] に比例した循環電流が変圧器間を流れてしまう。

並行運転している変圧器の容量が異なる場合、各変圧器の容量に比例して電流を分担させることが望ましい。そのためには、各変圧器の [(4)] が等しくなくてはならない。さらに、並行運転している各変圧器の電流を同相とするためには、各変圧器の巻線抵抗と漏れリアクタンスの [(5)] を等しくすればよい。

[問3の解答群]

- | | | |
|----------------|-----------|----------|
| (イ) 起電力の和 | (ロ) 比率 | (ハ) 定格電流 |
| (ニ) 巻線抵抗の大きさ | (ホ) 極性 | (ヘ) 絶対値 |
| (ト) 力率 | (フ) 定格電力 | (リ) 短絡電流 |
| (ス) %短絡インピーダンス | (メ) 容量 | (セ) 大きさ |
| (ワ) 出力 | (モ) 起電力の差 | (ゾ) 定格電圧 |

問4 次の文章は、直流電源を得る回路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。

図1には三相サイリスタ整流器を、図2には三相ダイオード整流器に降圧チョッパを接続した回路を示す。ともに直流電源を得る回路である。交流電源は線間電圧実効値を V とする三相対称交流電源であり、電源のインピーダンス及びパワー半導体デバイスなどの回路要素のオン電圧、抵抗分は無視できるものとする。

三相サイリスタ整流器の出力直流電圧平均値 V_{d1} は、サイリスタの制御遅れ角を α [rad] とすると、次式となる。

$$V_{d1} = \text{①} \dots\dots\dots \text{①}$$

正の電圧 V_{d1} は、制御遅れ角 α を ② の範囲で制御することにより、変化させることができる。

一方、三相ダイオード整流器の出力直流電圧平均値 V_{d2} は、サイリスタとダイオードとのターンオン動作の違いから、①式において $\alpha = \text{③}$ [rad] としたときの電圧に等しい。交流電源の電圧に変動がなければ電圧 V_{d2} は ④。さらに、後段の降圧チョッパの ⑤ を制御することにより、降圧チョッパの出力直流電圧平均値 V_{d3} を変化できる。⑤ を d とすると、電圧 V_{d3} は次式となる。

$$V_{d3} = d \cdot V_{d2} \dots\dots\dots \text{②}$$

したがって、図1、図2のいずれの回路でも電圧制御ループを組むことにより、たとえ交流電源の電圧が変動したときでも、負荷の電圧を一定にできる。

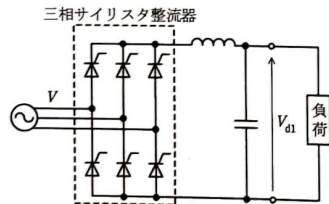


図1 三相サイリスタ整流器

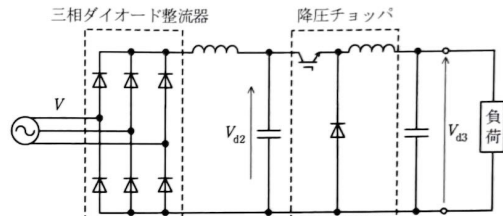


図2 三相ダイオード整流器に降圧チョッパを接続した回路

[問4の解答群]

- | | | |
|--|--|---------------------------------|
| (イ) 効率 | (ロ) $1.35V \cos \alpha$ | (ハ) $\pi \leq \alpha \leq 2\pi$ |
| (ニ) 通流率 | (ホ) $0.9V \cos \alpha$ | (ヘ) $0.45V \cos \alpha$ |
| (ヒ) $\frac{\pi}{3}$ | (フ) $\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \pi$ | (ヨ) $\frac{\pi}{6}$ |
| (ク) 変調率 | (ヌ) 一定である | (ユ) 0 |
| (コ) $0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$ | (ト) 負荷電流に比例して増加する | |
| (サ) 負荷電流に反比例して減少する | | |

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, 光源の色温度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。

点灯中の光源を見ると, 赤味がかつたものや青味がかつたものがある。この光源の色を光色という。この光色を物理的, 客観的な数値として表したものが色温度である。

色温度は, 黒体を加熱したときに温度が高くなるにつれて, 黒体の光色が深赤→橙→ (1) と変化する特性を利用した指標である。黒体の光色にその光源の光色が等しくなったときの黒体の温度をその光源の色温度とし, 絶対温度で表示される。白熱電球の色温度は (2) 程度である。また, 照明用白色LEDでは (3) によって色温度を幅広く調整できる。

色温度の低い光源は暖かい光色感を与え, 色温度の高い光源は涼しい光色感を与える。色温度の高い光源は (4) の照明に適している。

また, 物の色の見え方は照明を行う光源によって異なる。この物の色の見え方を決める光源の特性は (5) と呼ばれている。この色の見え方は光源の分光特性によって決まる。光源の中に赤から青紫までの広い波長範囲の光が含まれているほど, 色の見え方が自然光を照射した場合の見え方に近くなり, (5) が高くなる。

[問5の解答群]

- | | | |
|------------|------------|-----------------|
| (イ) 中程度の照度 | (ア) 6000 K | (ハ) 1500 K |
| (ニ) 演色性 | (キ) 発光面積 | (ヘ) 青→青白→白 |
| (ト) 配光特性 | (ク) 低照度 | (コ) 入力電力 |
| (ス) 紫→青→緑 | (ケ) 白→青白→青 | (セ) グレア特性 |
| (リ) 高照度 | (カ) 3000 K | (ソ) LEDと蛍光灯の組合せ |

問6 次の文章は、赤外加熱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。

赤外加熱は赤外放射による伝熱を主体にした加熱方式である。赤外放射は可視放射との境界((1))を短波長端とし、電波との境界(波長 1 mm)を長波長端とする波長範囲の電磁波の総称である。ただし、実際の赤外加熱において考慮すべき赤外放射の長波長端はせいぜい 15 μm である。

赤外加熱に用いられる赤外放射源は、電熱線によって加熱されたセラミックスや、通電によって高温になったフィラメントなどである。放射源表面の単位面積から放射される分光放射パワーは、表面の分光放射率とプランクの放射則で規定される黒体の分光放射パワーとの積によって表すことができる。なお、黒体の分光放射パワーの特性は、例えば黒体表面の温度が 900 K の場合、グラフ (2) のようになる。

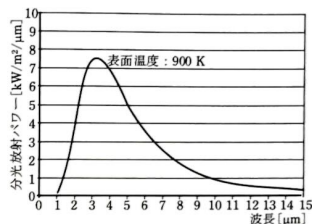
また、黒体の全放射パワーは絶対温度の 4 乗に比例する。これは (3) と呼ばれている。また、分光放射パワーが最大となる波長は黒体表面の絶対温度 (4) する。これはウィーンの変位則と呼ばれている。

赤外加熱の加熱対象には、プラスチックや塗料などの有機物質や食品などが多い。これらの物質は赤外放射の波長領域において多くの吸収帯をもつ。これらの表面に照射された赤外放射は、内部に浸透する過程で吸収されて熱に変わり、物質自体が発熱する。一般に、赤外加熱の加熱対象は赤外放射をよく吸収するがゆえに、赤外放射の浸透深さはせいぜい (5) のオーダーである。この領域で発生した熱は、その後、伝導や対流によって内部に伝わり、加熱が進む。

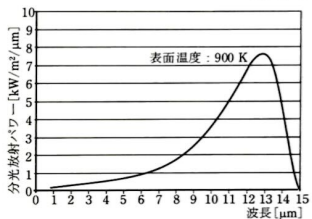
[問6の解答群]

- | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| (イ) と無関係に変化 | (ロ) 波長 0.68 μm | (ハ) 波長 0.78 μm |
| (ニ) ヴィーデマン・フランツの法則 | (ホ) 波長 0.88 μm | (ヘ) 1-10 mm |
| (ト) レイリー・ジーンズの法則 | (フ) 0.1-1 mm | (ヒ) 10-100 μm |
| (ス) ステファン・ボルツマンの法則 | (メ) に比例 | (フ) に反比例 |

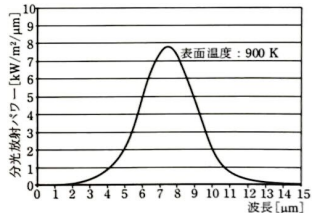
(ウ)



(カ)



(コ)

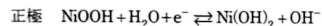
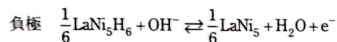


問7及び問8は選択問題であり、問7又は問8のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問7 次の文章は、ニッケル-水素化物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。

充電して反復使用可能な電池を二次電池または蓄電池という。充電と放電の全く
逆な過程を (1) に進行させることができる電池である。二次電池の一つである
ニッケル-水素化物電池は、水酸化ナトリウムなど強アルカリ濃厚水溶液を電解液
とした二次電池であり、負極に金属水素化物、正極にオキシ水酸化ニッケルを用い
るアルカリ蓄電池の一種である。金属水素化物に LaNi_5H_6 を使用したニッケル-水
素化物電池の電極反応は以下のように書ける。



ここで、この電極反応式の左向きに進む反応が (2) である。電池の構成とし
ては、正極負極間の距離を短くするとともに短絡を防止するために (3) が設け
られる。電池の容量はファラデーの法則に従い活物質質量に比例する。900 mA·h の
容量に必要な理論的な活物質質量は (4) g である。今、公称電圧 1.2 V、容量
900 mA·h のニッケル水素化物電池の全体重量が 13 g であるとき、重量あたりの電
気エネルギー容量は (5) である。なお、原子量はそれぞれ H=1.01、O=16.0、
Ni=58.7、La=139、ファラデー定数は 26.8 A·h/mol である。

(問7の解答群)

- | | | |
|--------------|-----------------|-----------------|
| (イ) 非可逆 | (a) 5.54 | (h) 可逆的 |
| (ニ) 放電 | (b) 絶縁膜 | (x) 83.1 mW·h/g |
| (ト) イオン交換膜 | (f) 69.2 mW·h/g | (j) 充電 |
| (ヌ) 11.1 | (k) セパレータ | (7) 同時 |
| (リ) 83.1 J/g | (g) 2.77 | (3) 自発的 |

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8 次の文章は、コンピュータの主記憶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。

データやプログラムを記憶するための主記憶装置には、半導体メモリが用いられている。この中には、電源切断により記憶内容が保持できない (1) メモリがある。

(2) RAM は、トランジスタとコンデンサによりメモリセルが構成され、このコンデンサに蓄えられた電荷により1ビットを記憶する。ただし、この電荷は遮断状態のトランジスタを経由してわずかに漏れるため、電荷が失われて情報が消失してしまう前に一定時間間隔で再充電させる必要がある。この動作を (3) と呼ぶ。 (2) RAM は、メモリセルの構造が簡単であるので、高密度に集積するのに有利である。

CPU の内部にあるレジスタ間のデータ転送時間と主記憶装置のアクセスタイムには大きな差があるため、主記憶装置よりもアクセスタイムが高速である小容量の記憶装置を CPU と主記憶装置との間に設ける場合がある。この装置を (4) という。CPU がデータをアクセスする際は、特定のアドレス空間を (5) 参照することがあり、主記憶装置にあるプログラムやデータの一定量を (4) へ転送しておくことにより、コンピュータ全体の平均的な処理速度が向上する。

[問8の解答群]

- | | | |
|------------------|------------|--------------|
| (イ) 保持性 | (ロ) ダイナミック | (ハ) ワンタイムメモリ |
| (ニ) バースト | (ホ) 排他的に | (ヘ) スタティック |
| (ト) キャッシュメモリ | (チ) 一時的に | (リ) 揮発性 |
| (ス) レジスタメモリ | (ル) 不揮発性 | (レ) 反復的に |
| (リ) フラッシュ | (ハ) リフレッシュ | |
| (ロ) ダイレクトメモリアクセス | | |