

電力工学

問題 A.

水力発電に関する以下の問に答えなさい。解答欄には導出過程も含めて記入し、最終結果を下線で示しなさい。

- (a) 流量 $20.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差 81.0 m の水源から得られる発電電力を求めなさい。ただし、水の比重は 1.00 、重力加速度は 9.80 m/s^2 、水車および発電機の効率をいずれも 100% とする。

水力発電で用いる水車は、その形式毎に適した回転数があり、相似形の水車の比速度で表される。有効落差 H で使用される回転数 N 、出力 P の水車の比速度 N_s は、 $N_s = N \frac{P^{1/2}}{H^{5/4}}$ で与えられる。

- (b) ある水車を (a) の水源で使用する場合、 $N_s \leq 228 \text{ rpm}$ の制限がある。この N_s は (m-kW) で定義される値である。この水車の実際の回転数の上限を求めなさい。ただし、水車の出力は (a) で求めた発電電力に等しいと考えなさい。

- (c) (b) の水車に 60.0 Hz の発電機を組み合わせる。実際に使用する水車の回転数のうち、最も高いものを求めなさい。

問題 B.

火力発電の基礎となる理想気体の状態変化について考える。解答欄には導出過程は記入せず、最終結果のみ答えなさい。

- (a) 気体の圧力を P 、体積変化を dV 、内部エネルギー変化を dU 、与える熱量を $d'Q$ とするとき、熱力学第一法則を方程式で表しなさい。
- (b) 圧力 P のときに微小熱量 $d'Q$ を与えて等温変化させたときの体積変化と内部エネルギー変化とを求めなさい。
- (c) 圧力 P 、体積 V の状態から体積を $2V$ まで等温変化させたときの圧力を求めなさい。
- (d) 圧力 P のときに断熱変化で体積を dV だけ微小変化させたときの内部エネルギーの増加量を求めなさい。

(次ページへ続く)

問題 C.

以下の $\boxed{A}$ ～ $\boxed{D}$ に入れるべき数式を答えなさい。また、語群の中から $\boxed{i}$ ～ $\boxed{iv}$ に入れる最も適切な言葉を選んで、その記号を答えなさい。

単相変圧器の等価回路について考える。図 1 は一般的な 1 次側換算等価回路で、 $G - jB$ は励磁アドミタンス、 $R + jX$ は 1 次側巻線インピーダンスと 2 次側巻線インピーダンスを 1 次側に換算したものとの和である。これらの回路定数を得るために、無負荷試験と短絡試験を行う。無負荷試験では、二次側を $\boxed{i}$ し、一次側入力電圧 V_1 、入力電流 I_1 、入力電力 P_1 をそれぞれ得て、 $G = \boxed{A}$ 、 $B = \boxed{B}$ で回路定数を得る。短絡試験では、二次側を $\boxed{ii}$ し、一次側入力電圧 V_2 、入力電流 I_2 、入力電力 P_2 をそれぞれ得て、入力電流のうち、励磁アドミタンスを流れる電流が無視できるとすると、 $R = \boxed{C}$ 、 $X = \boxed{D}$ で回路定数を得る。変圧器の損失のうち、 G は $\boxed{iii}$ に、 R は $\boxed{iv}$ に、それぞれ関わる。

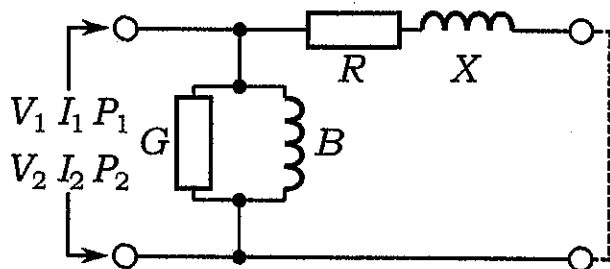


図 1: 単相変圧器の等価回路

- ア. 縦続 イ. 銅損
ウ. 短絡 エ. 反射損
オ. 開放 カ. 透過損
キ. 整合 ク. 鉄損

語群

問題 D.

典型的な太陽電池の電流 (I)–電圧 (V) 特性は、光の照射下では $I = I_S - I_0 \left\{ \exp \left(\frac{qV}{k_B T} \right) - 1 \right\}$ と表される。ここに、 I_S 、 I_0 はそれぞれ短絡電流、逆方向飽和電流、 q 、 k_B 、 T はそれぞれ電気素量、ボルツマン定数、温度である。以下の問に答えなさい。

- (a) 縦軸を電流 (I)、横軸を電圧 (V) として、解答欄に電流–電圧特性のグラフの概形を描きなさい。短絡電流 I_S と開放電圧 V_O はグラフ中に明示しなさい。
- (b) 縦軸を電力 (P)、横軸を電圧 (V) として、(a) の同じ太陽電池の電力–電圧特性について、解答欄にグラフの概形を描きなさい。軸は (a) のグラフと共用して重ね書きし、(a) と区別するために、破線で描きなさい。
- (c) 太陽電池を最大効率で使用する電圧の条件を、(b) の解答を引用して答えなさい。

以上