

電 気 機 器

2 学期期末考查

電気科 2 年生

令和 6 年 12 月 11 日 水曜日

2 時限目

解答用紙に記入し解答用紙のみ回収

電卓使用可

No()	氏名：	
--------------	-----	--

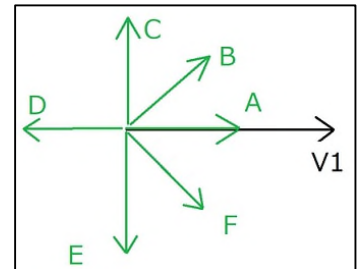
計算結果は少数第 3 位を四捨五入して第 2 位まで

小さい数値の場合は、有効数字 3 桁で

明らかに整数になるときは整数のままでよい。

問題 A 次の説明文の空欄を適切な言葉で埋め、問題に答えよ。[知識・理解]

1. $\sin\theta$ の値は最大 (①) ~ 最小 - (①) までの値をとる。
2. $e=100\sqrt{2}\sin\omega t$ の最大値 (②) と実効値 (③) を答えよ。
3. $e=100\sin\omega t$ の最大値 (④) と実効値 (⑤) を答えよ。
4. $\sin\theta$ と $\cos\theta$ の位相差いくらか。度で答えよ。 (⑥)
5. 正弦波交流電源の抵抗のみの回路で抵抗を流れる電流と抵抗の両端の電圧の位相差はいくらか。 (⑦)
6. 正弦波交流電源のコイルのみの回路でコイルを流れる電流とコイルの両端の電圧の位相差はいくらか。電圧を基準に電流が進みか遅れかを答えよ。 (⑧)
7. 正弦波交流電源のコンデンサーのみの回路でコンデンサーを流れる電流とコンデンサーの両端の電圧の位相差はいくらか。電圧を基準に電流が進みか遅れかを答えよ。 (⑨)
8. 次のベクトル図で電圧を基準に、A コイルに流れる電流が示すベクトル、B コンデンサーに流れる電流が示すベクトル、C 抵抗に流れる電流が示すベクトルはどれか。



- A コイル (⑩)
 B コンデンサー (⑪)
 C 抵抗 (⑫)

問題 B 次の説明文の空欄を適切な言葉で埋め、問題に答えよ。[知識・理解]

1. 世界最強の永久磁石である(①)磁石は、1982 年に日本の (②) によって発明された
2. 銅を常温で引き伸ばすと、抵抗率が大きくなる。これは、硬銅か軟銅か? (③)
3. 硬銅を 450~600 ℃で (④) すると、軟らかくなり、抵抗率も (⑤) する。
4. 回転機の整流子片、開閉器、送電線路などに使われている銅は、硬銅か軟銅か? (⑥)
5. 電気機器の巻線や ふつうの電線・コードなどに多く使われている銅は、硬銅か軟銅か? (⑦)
7. 超高圧や特別高圧の架空送電線路には (⑧) が使われている。
8. 次の抵抗率導電率で示す金属を答えよ。

- A (⑨)
 B (⑩)
 C (⑪)
 D (⑫)

金属名	抵抗率 $\rho \times 10^{-8}(\Omega \cdot m)$	導電率 $\sigma \times 10^6(S/m)$	導電率 (%IACS)
A	1.59	62.9	108.4
B	1.6~2.3	43.5~62.5	75.0~107.8
C	2.35	42.6	73.4
D	3.6~3.8	26.3~27.8	45.4~47.9

抵抗率 ρ と導電率 σ の関係を答えよ。 (⑬)

9. エナメル線 は、軟銅線の表面に絶縁性の塗料を焼きつけた電線で、 合成樹脂の被覆を施した (⑭)

問題 C 次の説明文の空欄を適切な言葉で埋め、問題に答えよ。[知識・理解]

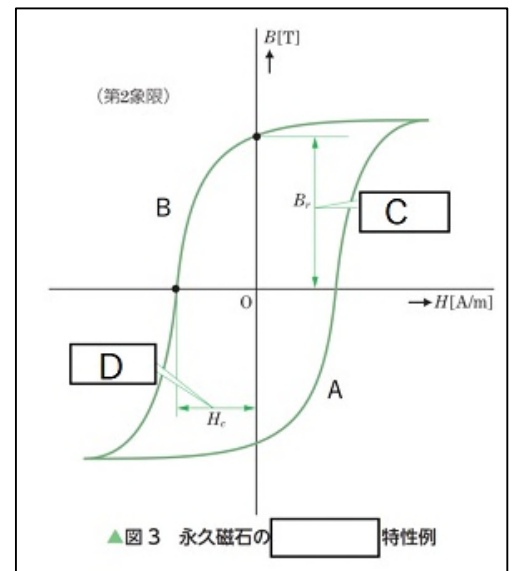
- 1 金属は一般に温度が低下すると、電気抵抗は(①)するが、 $0\ \Omega$ には ならない。ところが、ある種の金属または化合物は、絶対温度 (②) K 以下の低温まで下げていくと、ある温度で、電気抵抗が急激に減少し、 $0\ \Omega$ になる。この温度を (③) といい、この現象を (④) という。
- 2 液体ヘリウムと液体窒素、沸点が高いのはどちら。(⑤)
- 3 精密抵抗材料は、(⑥) とよばれるもので、抵抗温度係数や銅に対する熱起電力がひじょうに小さな値である
- 4 電熱材料には、 $1100\ ^\circ\text{C}$ までの (⑦) 合金線が使われる。
- 5 純鉄は、(⑧) が大きく、(⑨) 密度も大きいので、磁性材料としてすぐれている
- 6 純鉄は、機械的にはあまり強くない。そこで、微量の (⑩) を含有させて機械的強さを増す。
- 7 機械的強さを増したもの(軟鋼 鋳鋼 (ちゅうこう))が直流機の磁極の鉄心などに用いられる。
どちらか (⑪)

8 この図は、何特性と言うか。また、C の名前と D の名前を答えよ。

何特性 ; (⑫)

C ; (⑬)

D ; (⑭)

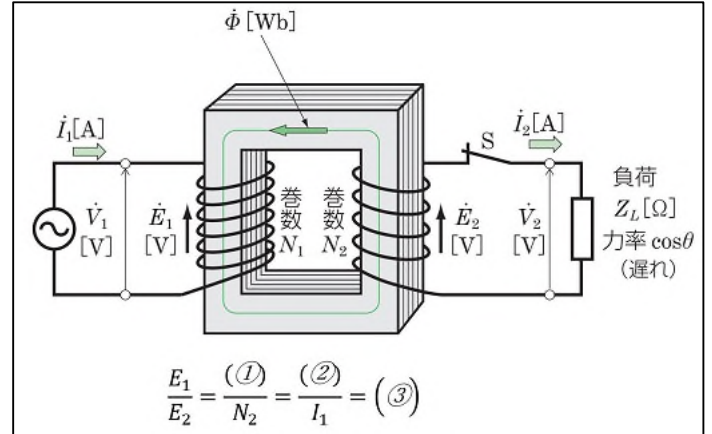


- 9 気体絶縁材料で、遮断機や乾式変圧器などのアーク消弧能力にすぐれている不燃性の気体で約 $0.2\text{MPa} \times$ ガパスカルの圧力で吹き掛けて消弧する気体絶縁材料は？このガスは地球温暖化を促進するガスであると認定されている。気体絶縁材料？ (⑮)
- 10 一般に固体絶縁材料は、気体絶縁材料や液体絶縁材料に比べて、絶縁破壊電圧は高いか低い？ (⑯)
- 11 絶縁材料における絶縁劣化の原因はいろいろ考えられるが、なかでも使用中の機器の (⑰) による影響が最も大きい。

問題 D 次の説明文の空欄を適切な言葉で埋め、問題に答えよ。[知識・理解]

1 一次・二次巻線の抵抗や鉄損，励磁電流を無視し，漏れ磁束もない変圧器を(A)と言う。

2 次の変圧器の、電圧比と電流比と巻数比 a の関係式の () の部分を答えよ。



3 鉄心中の磁束の最大値を Φ_m [Wb] とすると一次巻線に誘導される起電力 E_1 の実効値を求めているが①②に正確な数値を入れよ。また、磁束 Φ と電圧 e_1 との位相差はいくらか

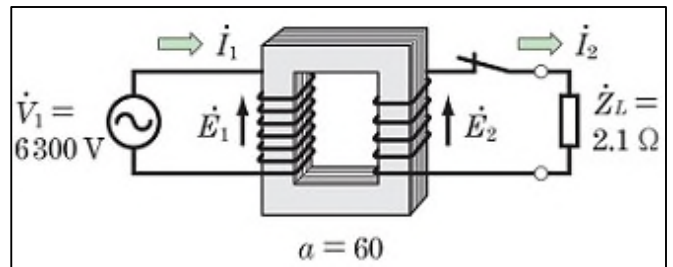
磁束（瞬時値） $\Phi = \Phi_m \sin \omega t = \Phi_m \sin(2\pi f t)$ $\omega = 2\pi f$

電圧（瞬時値） $e_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt} = N_1 \frac{d(\Phi_m \sin \omega t)}{dt} = \omega N_1 \Phi_m \cos \omega t$

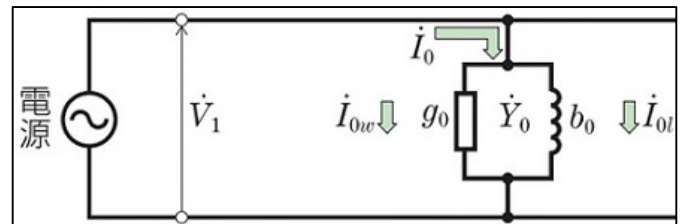
よって電圧（瞬時値） e_1 の実効値 E_1 は

$$E_1 = \frac{1}{(1)} \omega N_1 \Phi_m = (2) f N_1 \Phi_m$$

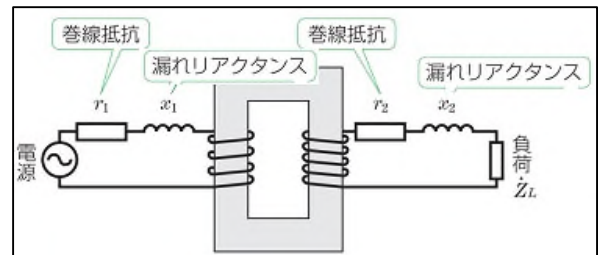
4 巻数比 a が 60 の理想変圧器の一次側に $V_1 = 6300$ V を加えたとき，二次誘導起電力 E_2 [V] を求めよ。また，二次端子に $Z_L = 2.1 \Omega$ の抵抗負荷を接続したときの二次電流 I_2 [A] と一次電流 I_1 [A] を求めよ。



5 変圧器の一次電圧 V_1 が 2000 V で，励磁コンダクタンス g_0 が 0.00018 S，励磁サセプタンス b_0 が 0.00091 S であるという。鉄損電流 I_{0w} [A]，磁化電流 I_{0l} [A]，励磁電流 I_0 [A]，を求めよ。

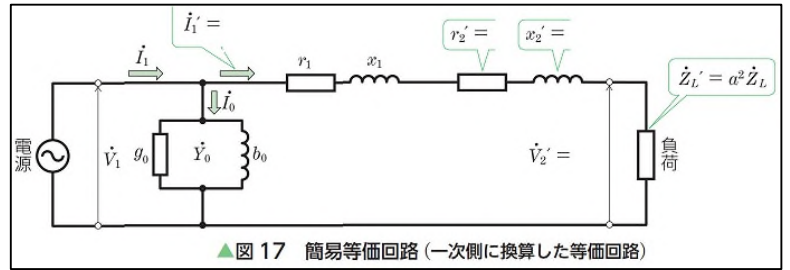


6 ある変圧器において，一次巻線および二次巻線の抵抗と漏れリアクタンスがそれぞれ $r_1 = 15 \Omega$ ， $r_2 = 0.5 \Omega$ ， $x_1 = 21 \Omega$ ， $x_2 = 0.2 \Omega$ であるという。一次インピーダンス Z_1 [Ω]，および二次インピーダンス Z_2 [Ω] を求めよ。いずれも複素数で



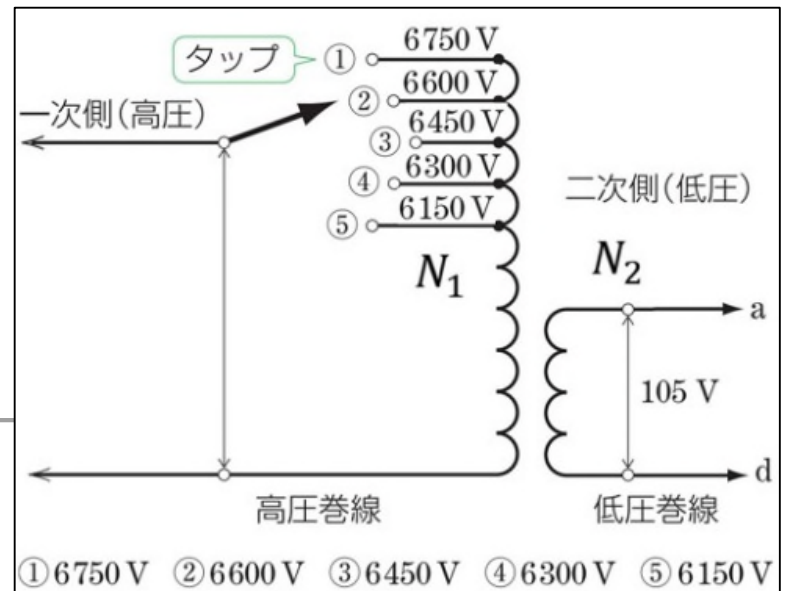
問題 E 次の説明文の空欄を適切な言葉で埋め、問題に答えよ。[思考・判断]

1 図の等価回路において、 $V_1=3150\text{ V}$ 、 $V_2=210\text{ V}$ 、 $r_1=18\text{ }\Omega$ 、 $x_1=90\text{ }\Omega$ 、 $r_2=0.04\text{ }\Omega$ 、 $x_2=0.24\text{ }\Omega$ とする。また、負荷 Z_L の抵抗分、リアクタンス分をそれぞれ $R_L=3\text{ }\Omega$ 、 $X_L=4\text{ }\Omega$ とするとき、巻数比 a と二次側を一次側に換算した簡易等価回路の r_2' 、 x_2' 、 Z_L' 、 I_1' を求めよ。



2 右の変圧器のタップごとの巻数比 a を求めよ。一次側の電圧に対して二次側の電圧は変わらない。

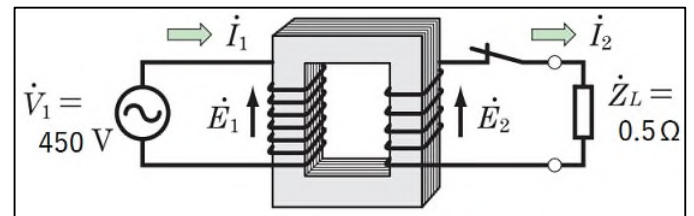
- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤



3 右の変圧器の接続状態で二次側の電圧が 105V から 100V になった。

- ① 一次側の電圧は何 V になっているか。
- ② 二次側の電圧を 105V に戻すには一次側のどの端子に接続するか？一番近い端子を求めよ。

4 単相変圧器の二次側端子間に $0.5\text{ }\Omega$ の抵抗を接続して、一次側端子間に電圧 800 V を加えたところ、一次電流は 1 A となった。この変圧器の電圧比を求めよ。



5 変流比が 0.025 の変圧器の二次側に $2.5\text{ }\Omega$ の抵抗負荷を接続したところ、一次側に 1 A の電流が流れた。次の各問いに答えよ。①二次電流を求めよ。②このときの一次電圧を求めよ。

6 一次電圧が 6300 V 、二次電圧が 105 V の変圧器がある。次の各問いに答えよ。ただし、変圧器の損失はないものとする。

- ① 一次側に 6600 V を加えたときの二次電圧を求めよ。
- ② 二次電圧を 100 V にするための一次電圧を求めよ。
- ③ 二次のコイルの巻数が 60 回のときの一次コイルの巻数を求めよ。

問題 F 次の説明文の空欄を適切な言葉で埋め、問題に答えよ。
[思考・判断]

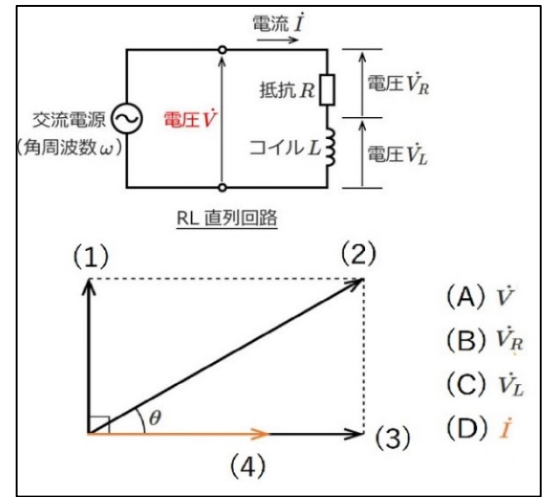
1 次の回路のベクトル図 (1) ~ (4) が(A)~(D)のどれか選べ。

(1)

(2)

(3)

(4)

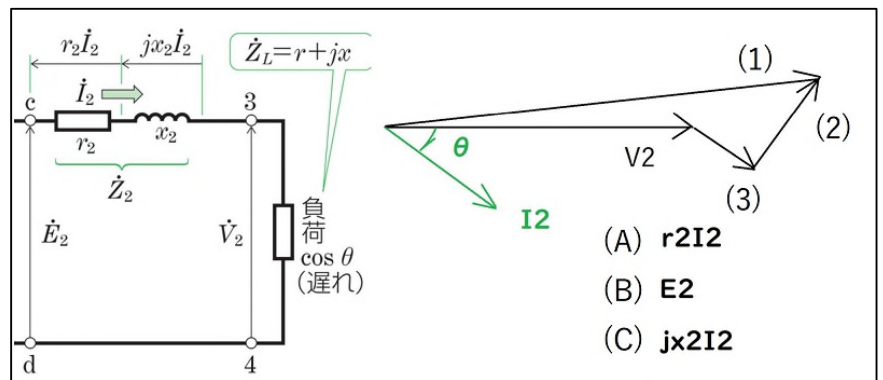


2 次の回路のベクトル図 (1) ~ (3) が(A)~(C)のどれか選べ。

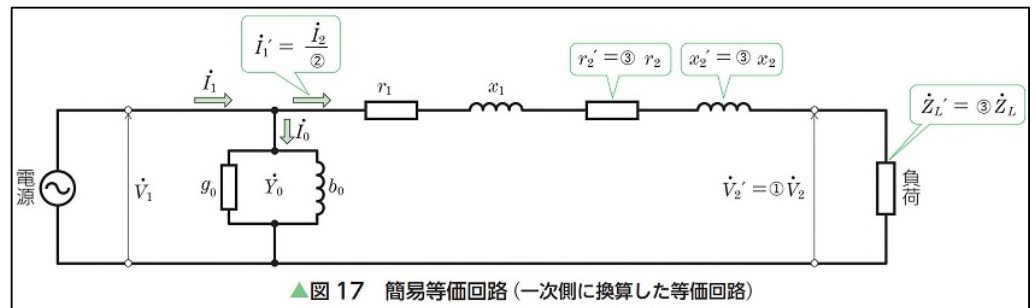
(1)

(2)

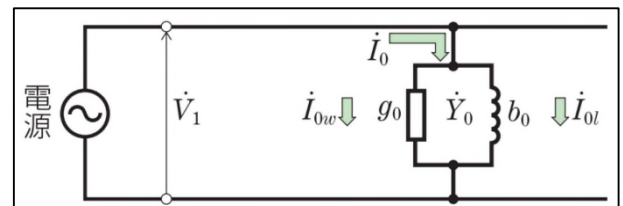
(3)



3 次の図は、一次側に換算した等価回路である。一次側の電圧・電流・インピーダンス、およびアドミタンスは、そのままにする。二次側の電圧は(①)倍、電流は(②)倍する。二次側のインピーダンスは、および負荷インピーダンスは(③)倍する。

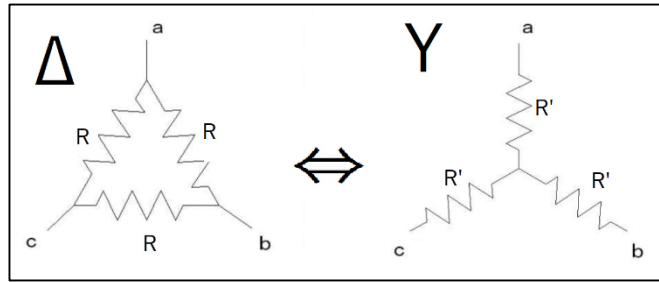


4 ある変圧器の一次電圧 V_1 が 50V で、無負荷電流 I_0 が 0.1 A、鉄損 P_i が 0.5 W であるという。励磁アドミタンス Y_0 [S]、励磁コンダクタンス g_0 [S]、励磁サセプタンス b_0 [S] を求めよ。



問題 H 文章の空欄に適切な答えを入れなさい。[思考・判断]

平衡負荷の Y-Δ変換の問題。



今、Δ回路の R が $30[\Omega]$ とするとき、Δ回路の a-b 間の抵抗 R_{ab} は、 $30[\Omega]$ と $60[\Omega]$ の並列合成抵抗となるので (①) $[\Omega]$ 。

それと、等価な Y 回路の a-b 間の抵抗 R_{ab} は、 R' と R' の直列なので (②)。

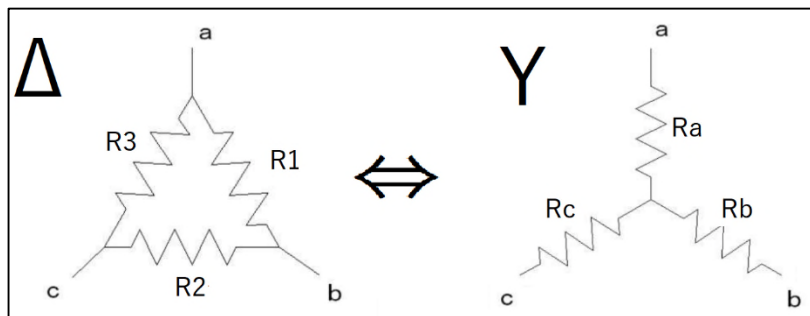
(②) の式と (①) を等しいと置くと、 $R' = (③) [\Omega]$ になる。これは、Δ回路の R と、Y 回路の R' の関係は、 $R' = (④) \times R$ という関係になっている。また、 $R = (⑤) \times R'$ となる。

この関係から、Δ回路から Y 回路への変換は (④) 倍、Y 回路から Δ 回路への変換は (⑤) 倍すればよい。

すなわち、Δ回路の R が $60[\Omega]$ とするとき、それと、等価な Y 回路の R' は、(⑥) $[\Omega]$ 。

Y 回路の R' が $60[\Omega]$ とするとき、それと、等価な Δ 回路の R は、(⑦) $[\Omega]$ 。

不平衡負荷の Y-Δ変換の問題



不平衡負荷の場合、Δ回路の $R1 = 10[\Omega]$ 、 $R2 = 20[\Omega]$ 、 $R3 = 30[\Omega]$ 、

a-b 間の抵抗 R_{ab} は、 $R1$ と $(R2 + R3)$ の並列合成抵抗だから、(⑧) $[\Omega]$

b-c 間の抵抗 R_{bc} は、 $R2$ と $(R1 + R3)$ の並列合成抵抗だから、(⑨) $[\Omega]$

c-a 間の抵抗 R_{ca} は、 $R3$ と $(R2 + R1)$ の並列合成抵抗だから、(⑩) $[\Omega]$

一方、

Y 回路の ab 間の抵抗 R_{ab} は、(⑪) これが、(⑧) と等しいからここで式 (⑫) となる。

Y 回路の bc 間の抵抗 R_{bc} は、(⑬) これが、(⑨) と等しいからここで式 (⑭) となる。

Y 回路の ca 間の抵抗 R_{ca} は、(⑮) これが、(⑩) と等しいからここで式 (⑯) となる。

⑫、⑭、⑯の連立方程式をとりて、 $R_a = (⑰)$ 、 $R_b = (⑱)$ 、 $R_c = (㉑)$ となる。