

# 電 気 機 器

1 学期中間考查 解答

電気科2年生

令和5年5月18日 木曜日

1 時限目

電卓使用可

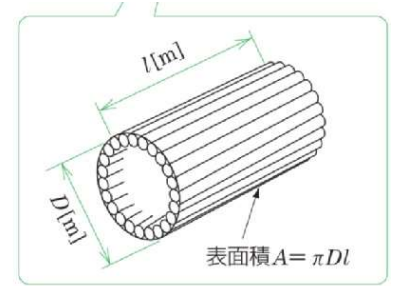
|       |     |  |
|-------|-----|--|
| No( ) | 氏名： |  |
|-------|-----|--|

答は番号で記入できるところは番号で記入しなさい。

【知識・技能】50点（番号で答えられるものは番号で答えなさい）

問題1 直径  $D$  [m] の円周の長さを求めよ。

Ans ANS.[  $\pi D$  ]



問題2 直径  $D$  [m] 1 分間の回転速度を  $n$  [/min] の時の 1 秒間の回転速度を求めよ。

Ans ANS.[  $n/60$  ]

問題3 直径  $D$  [m] 1 分間の回転速度を  $n$  [/min] の時の 1 秒間の周速度（回転物の円周方向の速度）を求めよ。

Ans ANS.[  $(\pi D n) / 60$  ]

問題4 直径  $D$  [m] 1 分間の回転速度を  $n$  [/min] 平均磁束密度を  $B$  [T] 1 本の電機子導体の長さを  $l$  [m] のとき、1 本の導体に誘導される起電力  $e$  [V] の式は

Ans ANS.[  $(B l \pi D n) / 60$  ]

問題5 電機子巻き線の全導体数を  $Z$ 、正負ブラシ間の並列回路数を  $a$  とすると、発電機の起電力  $E$  [V] を表す式はどれか。

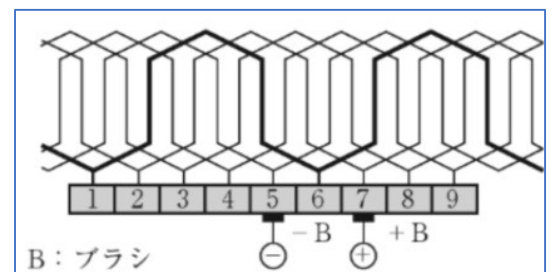
①  $(a/Z)B l (\pi / (D n 60))$     ②  $(a/Z)B l (\pi D n / 60)$     ③  $(Z/a)B l (\pi D n / 60)$     ④  $(Z/a)B l (\pi / (D n 60))$

ANS.[ ③ ]

問題6 次の図で示す電機子の巻き線方法はどれか

① 直列巻    ② 波巻    ③ 重ね巻    ④ 並列巻

ANS.[ ② ]



問題7 重ね巻の並列回路数は

ANS.[ ③ ]

① 2    ② 4    ③ 磁極数  $p$  と同じ    ④ 波巻と同じ

問題8 低電圧、大電流の直流機に適しているのは

ANS.[ ② ]    ① 波巻    ② 重ね巻

問題9 新幹線の架線の電圧

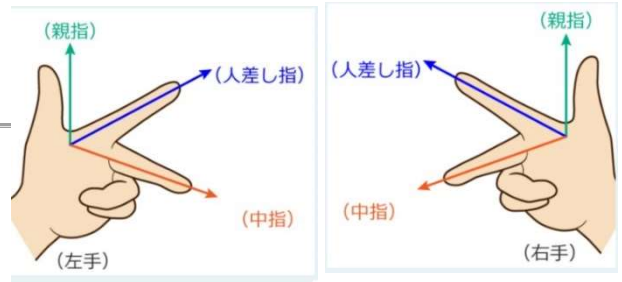
ANS.[ ④ ]    ① AC50kV    ② DC600V    ③ AC6000V    ④ AC25kV

問題10 西日本の電源の周波数は

ANS.[ ③ ]    ① 100Hz    ② 50Hz    ③ 60Hz    ④ 70Hz

問題 1 1 フレミングの左手の法則で親指が示すものは何か

ANS.[ ① ] ① 力 ② 磁界 ③ 電流



問題 1 2 フレミングの右手の法則で人差し指が示すものは何か

ANS.[ ② ] ① 力 ② 磁界 ③ 電流

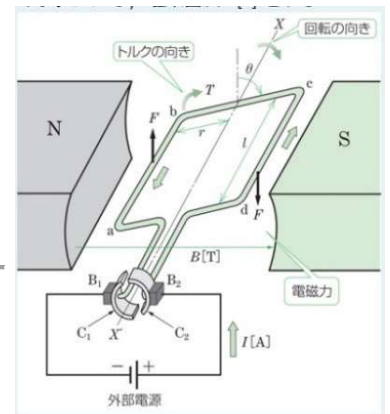
問題 1 3 フレミングの右手の法則を利用して一般に知るものは何か

ANS.[ ② ] ① 電動機の回転する方向 ② 発電機の発電する電流の方向 ③ 発電機の回転する方向

問題 1 4 図において、コイルに  $I[A]$  の電流を流した。長さ  $\ell [m]$  のコイル辺に生じる電磁力  $F [N]$  を求めよ。ただし、磁束密度  $B[T]$  とする

ANS.[ ④ ]

①  $F = B \ell v$  ②  $F = I \ell v$  ③  $F = B I \ell \sin \theta$  ④  $F = B I \ell$



問題 1 5 直流発電機は、直流電動機にもなり得るか？

ANS.[ ① ] ① ○ ② ×

問題 1 6 偶然に発見され素晴らしいものになったことを英語で何と言うか？英語で答える。カタカナは 1/2 点

Ans ANS.[ serendipity ]

問題 1 7 (1)の名前は何か？

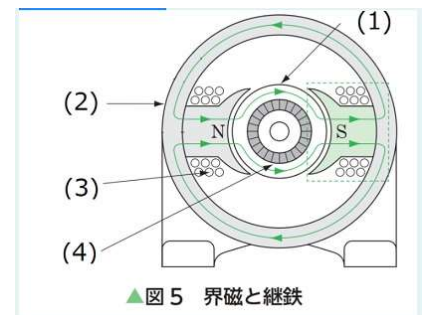
① ブラシ ② 界磁巻き線 ③ 整流子 ④ 電機子 ⑤ 継鉄

ANS.[ ④ ]

問題 1 8 (2)の名前は何か？

① ブラシ ② 界磁巻き線 ③ 整流子 ④ 電機子 ⑤ 継鉄

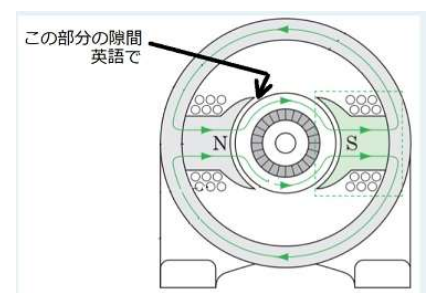
ANS.[ ⑤ ]



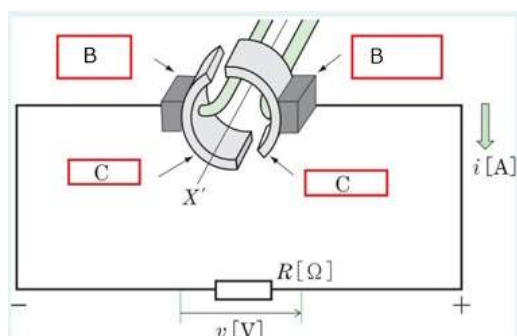
▲図 5 界磁と継鉄

問題 1 9 この部分の隙間をカタカナで

Ans ANS.[ ギャップ ]



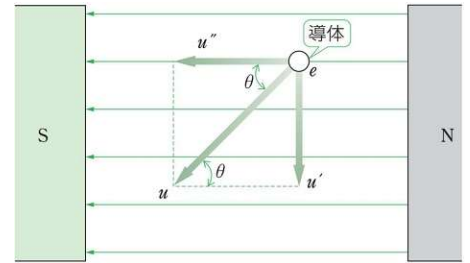
問題 2 0 Cの部分の名前を答えよ



Ans ANS.[ 整流子 ]

問題 2 1 速度  $u$  が磁束と  $\theta$  の角度の場合の  $u'$  は

Ans **ANS.[  $u \sin \theta$  ]**



問題 2 2 磁界に垂直な面に対して、コイルの面がなす角度を  $\theta$  [rad] とすると、コイル辺に誘導される起電力  $e$  [V] を表す式を選びなさい。

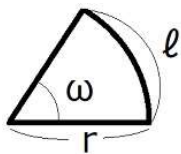
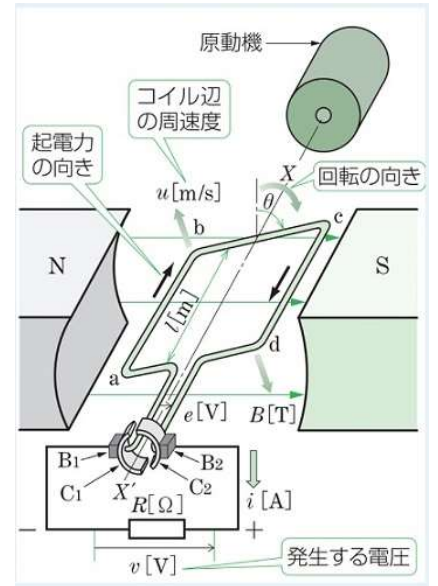
**ANS.[ ④ ]**

- ①  $e = 2B \ell u$       ②  $e = 2B \ell u \cos \theta$       ③  $e = 2B \ell u \tan \theta$   
 ④  $e = 2B \ell u \sin \theta$

問題 2 3 次の図において、コイルが回転している。コイル辺の長さ  $\ell$  は 0.4 m、周速度  $u$  が 30 m/s、磁束密度  $B$  が 0.1 T である。コイルの位置を示す角度  $\theta$  が  $\pi/2$  rad のとき、発生する起電力  $e$  [V] を求めよ。

$$2 \times 0.1 \times 0.4 \times 30 \times \sin(\pi/2)$$

Ans **ANS.[ 2.4V ]**



問題 2 4 次の図において、円弧  $\ell$  の長さはいくらか？

Ans **ANS.[  $\omega r$  ]**

問題 2 5 ラジアンと度の変換表を A~E を答えよ。

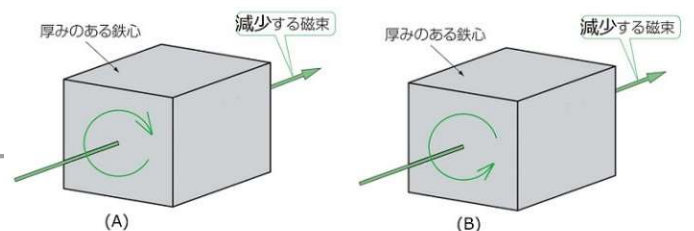
- A **ANS.[  $360^\circ$  ]**  
 B **ANS.[  $\pi$  ]**  
 C **ANS.[  $\pi/2$  ]**  
 D **ANS.[  $60^\circ$  ]**  
 E **ANS.[  $\pi/6$  ]**

| ラジアン    | 度   |
|---------|-----|
| $2\pi$  | A   |
| B       | 180 |
| C       | 90  |
| $\pi/4$ | 45  |
| $\pi/3$ | D   |
| E       | 30  |

問題 2 6  $y = \sin \theta$  がとり得る最大値はいくらか **ANS.[ 1 ]**

問題 2 7 渦電流に関する問題。磁束が減少しようとしているときの渦電流の向きはどちらか

**ANS.[ ① ]**      ① (A)      ② (B)



問題 2 8 渦電流が発生すると何が悪いのか

Ans **ANS.[ 発熱するから ]**

問題 2 9 渦電流の発生を抑えるためにはどんな工夫がなされているか

Ans **ANS.[ 薄板電磁鋼板を何枚も重ねる ]**

問題 3 0 渦電流を利用した電磁調理器は誘導加熱か誘電加熱か？

**ANS.[ ① ]**      ① 誘導加熱      ② 誘電加熱 (電子レンジ)

答えは、指示がなければ小数点第2位まで。

問題1 極数  $p$  が 4、電機子巻線の全導体数  $Z$  が 400、並列回路数  $a$  が 4 の直流発電機がある。この電機子の直径  $D$  が 30 cm、軸方向の長さ  $l$  が 40 cm、磁束密度  $B$  が 2.5 T である。 $n = 1200$  [/min] で回転させるときに誘導される起電力  $E$  [V] を求めよ。

(式)

$$E = \frac{Z}{a} B l \frac{\pi D n}{60}$$

$$E = (400/4) \times 2.5 \times 0.4 \times (\pi \times 0.3 \times 1200) / 60 = 1884.96$$

$$\text{有効数字 3 桁} = 1.88 \times 10^3$$

ANS.[ 1884.96 ]

問題2 極数  $p$  が 6、電機子巻線の全導体数  $Z$  が 200 の波巻の直流発電機がある。この発電機を  $n = 1500$  [/min] で回転させたときに誘導される起電力  $E$  は 120 V であった。このときの 1 極あたりの磁束  $\Phi$  [Wb] を求めよ。

(式)

$$E = \frac{Z}{a} p \Phi \frac{n}{60} = K_1 \Phi n$$

$$120 = (200/2) \times 6 \times \Phi \times (1500/60)$$

$$\Phi = 120/1500 = 0.008 = (8.00 \times 10^{-3}) \rightarrow 0.01$$

ANS.[ 0.008 ]

問題3 磁極数 4、電機子導体数 480 の直流分巻発電機がある。各磁極の磁束が 0.01 [Wb] で、発電機の回転速度が 900 [/min] であったとすれば、この発電機の誘起起電力 [V] を計算せよ。ただし、電機子巻線は波巻とする。

(式)

磁極数を  $p$ 、電機子導体数を  $Z$ 、磁極の磁束を  $\phi$  [Wb]、回転数を  $N$  [rpm]、電機子の並列回路数を  $a$  とすると、電機子全体の誘導起電力  $E$  [V] は、

$$E = \frac{p Z \phi N}{60 a} \text{ [V]}$$

波巻なので、並列回路数は、 $a = 2$  となり、各数値を公式に代入すると、

$$E = \frac{4 \times 480 \times 0.01 \times 900}{60 \times 2} = 144 \text{ [V]}$$

ANS.[ 144 ]

問題4 電機子巻線が重ね巻である 4 極の直流発電機がある。電機子の全導体数は 576 で、磁極の断面積は 0.025 [m<sup>2</sup>] である。この発電機を回転数 600 [/min] で無負運転しているとき、端子電圧は 110 [V] である。このときの磁極平均磁束密度 [T] の値を計算せよ。ただし、漏れ磁束は無いものとする。

(式)

重ね巻なので、並列回路数は、 $a = p = 4$  となり、各数値を公式に代入すると、

$$110 = \frac{4 \times 576 \times \phi \times 600}{60 \times 4} \quad \phi = 0.019 \text{ [Wb]}$$

磁極平均磁束密度  $B$  [T] は、磁極の断面積を  $S$  [m<sup>2</sup>] とすると、

$$B = \frac{\phi}{S} = \frac{0.019}{0.025} = 0.76 \text{ [T]}$$

ANS.[ 0.76 ]

問題5 (ア)～(オ)を適切な言葉、式で埋めなさい。

長さ  $\ell$  [m] の導体を磁束密度  $B$  [T] の磁束の方向と直角に置き、速度  $v$  [m/s] で導体及び磁束に直角な方向に移動すると、導体にはフレミングの ( ア ) の法則によって、 $e =$  ( イ ) [V] の誘導起電力が発生する。1 極あたりの磁束が  $\phi$  [Wb]、磁極数が  $p$ 、電機子導体数が  $Z$ 、巻線の並列回路数が  $a$ 、電機子の直径が  $D$  [m] なる直流機が速度  $n$  [/min] で回転しているとき、  
周辺速度は  $v = (\pi D n) / 60$  [m/s] となり、直流機の正負のブラシ間には ( ウ ) 本の導体が ( エ ) に接続されるので、電機子の誘導起電力は、 $E =$  ( オ ) [V] となる。

- (ア) ( 右手 ) (イ) (  $B \ell v$  ) (ウ) (  $Z/a$  )  
(エ) ( 直列 ) (オ) (  $(pZ\phi n)/(60a) = (Z/a) \cdot p \cdot \phi \cdot (n/60)$  )

問題6 (ア)～(オ)を下の語群を参考に適切な言葉で埋めなさい。

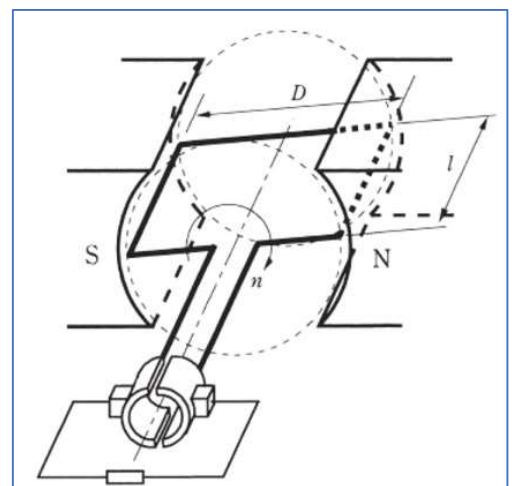
直流機の構造は、固定子と回転子とからなる。固定子は、( ア )、継鉄などによって、また、回転子は、( イ )、整流子などによって構成されている。電機子鉄心は、( ウ ) 磁束が通るため、( エ ) が用いられている。また、電機子巻線を収めるための多数のスロットが設けられている。六角形(亀甲形)の形状の電機子巻線は、そのコイル辺を電機子鉄心のスロットに挿入する。各コイル相互のつなぎ方には、( オ ) と波巻とがある。直流機では、同じスロットにコイル辺を上下に重ねて2個ずつ入れた二層巻としている。

界磁、電機子、交番、一定、積層鉄心、鋳鉄、重ね巻、直列巻

- (ア) ( 磁界 ) (イ) ( 電機子 ) (ウ) ( 交番 )  
(エ) ( 積層鉄心 ) (オ) ( 重ね巻 )

問題7 図は、磁極数が2の直流発電機を模式的に表したものである。電機子巻線については、1巻き分のコイルを示している。電機子の直径  $D$  は0.5 [m]、電機子導体の有効長  $\ell$  は0.3 [m]、ギャップの磁束密度  $B$  は、図の状態のように電機子導体が磁極の中心付近にあるとき一定で0.4 [T]、回転速度  $n$  は1200 [/min] である。図の状態におけるこの1巻きのコイルに誘導される起電力  $e$  [V] の値を計算せよ。

(式)



コイルは2辺あるので2倍になります。したがって求める起電力  $e$  [V] は、

$$e = 2Blv = 2 \times 0.4 \times 0.3 \times 10\pi \approx 7.54 \text{ [V]}$$

ANS.[ 7.54 ]



問題 8 4 極の直流電動機が電機子電流 250A、回転速度 1200[1/min] で一定の出力で運転されている。電機子導体は波巻であり、全導体数が 258、1 極当たりの磁束が 0.020 Wb であるとき、この電動機の出力の値 [kW] を計算せよ。電動機の出力は、 $P=VI$  で計算すればよい。

(式)

電機子電流を  $I_a$  [A]、回転速度を  $N$  [min<sup>-1</sup>]、全導体数を  $Z$ 、1 極当たりの磁束を  $\phi$  [Wb]、極数を  $p$ 、並列回路数を  $a$  とすると、直流電動機の機械的出力を  $P$  [W] は、

$$P = EI_a = \frac{p\phi NZ}{60a} I_a$$

$$= \frac{4 \times 0.020 \times 1200 \times 258}{60 \times 2} \times 250 = 51.6 \text{ [kW]}$$

ANS.[ 51.6 ]

問題 9 地球の公転速度 (km/s) を次の手順でもとめよ。

(1) 太陽から地球までの距離 (m) を求めよ。(有効数字 3 桁)

(太陽の光が地球に届くまでに 8 分 19 秒かかる、光の速度は 30 万 km/s)

(式)

$$8 \text{ 分 } 19 \text{ 秒} = 499 \text{ 秒}$$

$$300000 \times 499 = 1.5 \times 10^8 \text{ (km)} = 1.5 \times 10^{11}$$

ANS.[ 1.50 × 10<sup>11</sup> ]

(2) 地球が 1 年 (365 日) で地球 (太陽) を 1 周することから 1 秒間の角速度  $\omega$  (rad) を求めよ。(有効数字 3 桁)

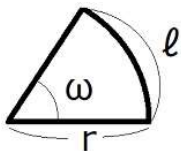
(式)

$$\omega = 2\pi / (365 \times 24 \times 3600) = 1.99 \times 10^{-7}$$

ANS.[ 1.99 × 10<sup>-7</sup> (rad) ]

(3) (1) と (2) より地球の公転速度 (km/s) を求めよ。

(式)



$$\ell = \omega r = 1.99 \times 10^{-7} \times 1.50 \times 10^{11} = 2.985 \times 10^4 \text{ (m)}$$

$$= 2.985 \times 10 = 29.9 \text{ (km/s)}$$

ANS.[ 29.9 ]

|          |  |          |  |    |  |
|----------|--|----------|--|----|--|
| 知識<br>理解 |  | 思考<br>判断 |  | 合計 |  |
|----------|--|----------|--|----|--|