電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

第17回　過去問解説
磁気（1）

2024.01.21 Sun

R05上　問10

問 10　図 1 のように，インダクタンス $L=5\,\mathrm{H}$ のコイルに直流電流源 J が電流 i [mA] を供給している回路がある。電流 i [mA]は図 2 のような時間変化をしている。このとき，コイルの端子間に現れる電圧の大きさ $|v|$ の最大値[V]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.25　(2) 0.5　(3) 1　(4) 1.25　(5) 1.5

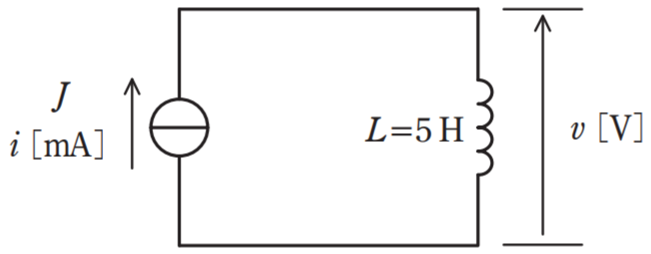


図 1

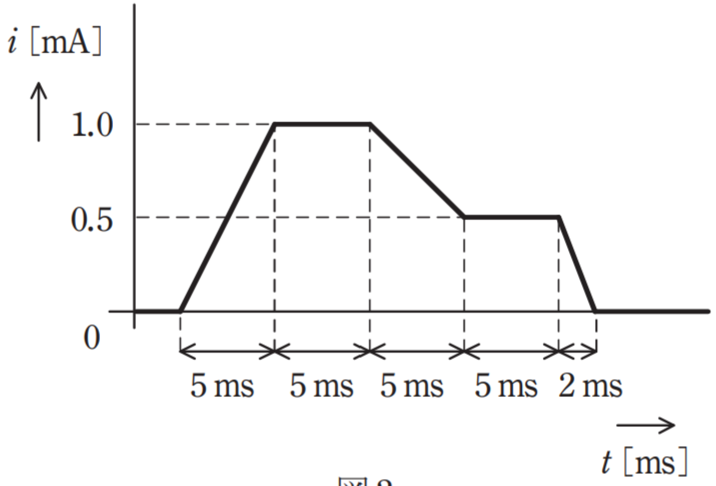


図 2

R05上　問10

問 10　図 1 のように，インダクタンス $L=5\,\mathrm{H}$ のコイルに直流電流源 J が電流 i [mA] を供給している回路がある。電流 i [mA]は図 2 のような時間変化をしている。このとき，コイルの端子間に現れる電圧の大きさ $|v|$ の最大値[V]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.25　　(2) 0.5　　(3) 1　　(4) 1.25　　(5) 1.5

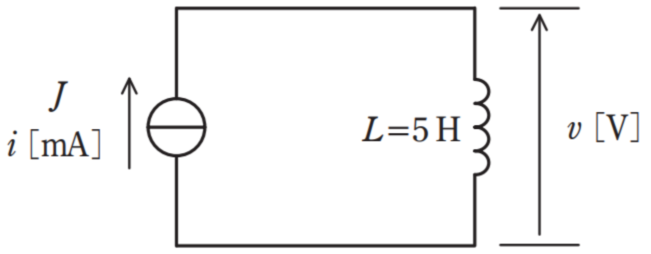


図 1

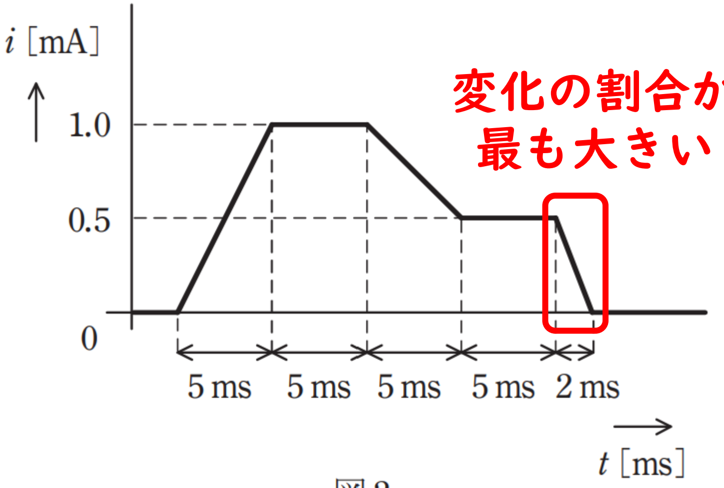


図 2

ファラデーの法則

$$V = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

電流の変化の割合が最も大きい部分で

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{0.5\ \mathrm{mA}}{2\mathrm{ms}} = 0.25$$

従って電圧Vは、

$$V = L\frac{\Delta I}{\Delta t} = 5 \times 0.25$$

$$V = 1.25\ \mathrm{V}$$

R03 問4

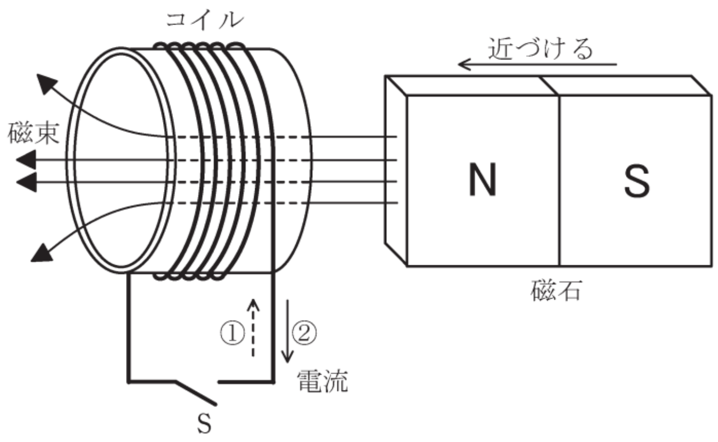
問４　次の文章は，電磁誘導に関する記述である。

図のように，コイルと磁石を配置し，磁石の磁束がコイルを貫いている。

1.　スイッチ S を閉じた状態で磁石をコイルに近づけると，コイルには［(ア)］の向きに電流が流れる。

2.　コイルの巻数が 200 であるとする。スイッチ S を開いた状態でコイルの断面を貫く磁束を 0.5 s の間に 10 mWb だけ直線的に増加させると，磁束鎖交数は［(イ)］Wb だけ変化する。また，この 0.5 s の間にコイルに発生する誘導起電力の大きさは［(ウ)］V となる。ただし，コイル断面の位置によらずコイルの磁束は一定とする。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	①	2	2
(2)	①	2	4
(3)	①	0.01	2
(4)	②	2	4
(5)	②	0.01	2

R03 問4

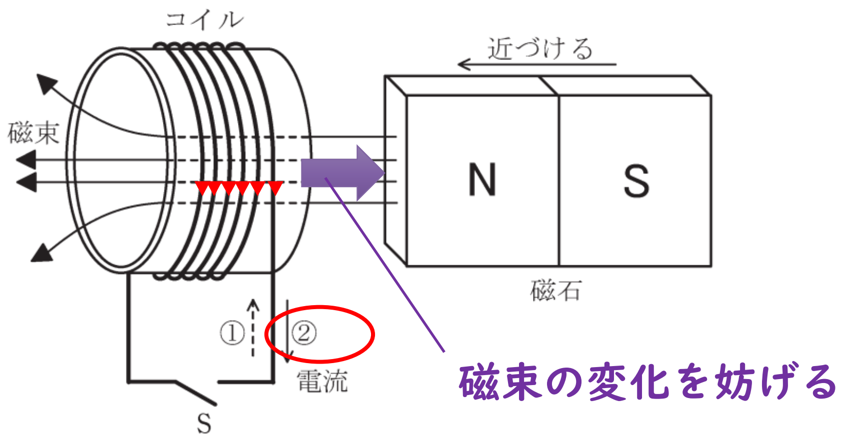
問４　次の文章は，電磁誘導に関する記述である。

図のように，コイルと磁石を配置し，磁石の磁束がコイルを貫いている。

1.　スイッチ S を閉じた状態で磁石をコイルに近づけると，コイルには [(ア)] の向きに電流が流れる。

2.　コイルの巻数が 200 であるとする。スイッチ S を開いた状態でコイルの断面を貫く磁束を 0.5 s の間に 10 mWb だけ直線的に増加させると，磁束鎖交数は [(イ)] Wb だけ変化する。また，この 0.5 s の間にコイルに発生する誘導起電力の大きさは [(ウ)] V となる。ただし，コイル断面の位置によらずコイルの磁束は一定とする。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



（イ）

$$\Psi = N\Phi = 200 \times 10\ \mathrm{mWb} = 2\ \mathrm{Wb}$$

（ウ）

$$V = \frac{\Delta\Psi}{\Delta t} = \frac{2}{0.5} = 4\ \mathrm{V}$$

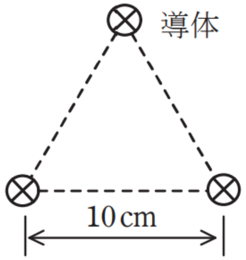
	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	①	2	2
(2)	①	2	4
(3)	①	0.01	2
(4)	②	2	4
(5)	②	0.01	2

R04下　問4

問４　図のように，無限に長い３本の直線状導体が真空中に 10 cm の間隔で正三角形の頂点の位置に置かれている。３本の導体にそれぞれ 7 A の直流電流を同一方向に流したとき，各導体 1 m 当たりに働く力の大きさ F_0 の値[N/m]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，無限に長い２本の直線状導体を r[m]離して平行に置き，２本の導体にそれぞれ I[A]の直流電流を同一方向に流した場合，各導体 1 m 当たりに働く力の大きさ F の値[N/m]は，次式で与えられるものとする。

$$F=\frac{2I^2}{r}\times10^{-7}$$



(1)　0　　(2)　9.80×10^{-5}　　(3)　1.70×10^{-4}　　(4)　1.96×10^{-4}　　(5)　2.94×10^{-4}

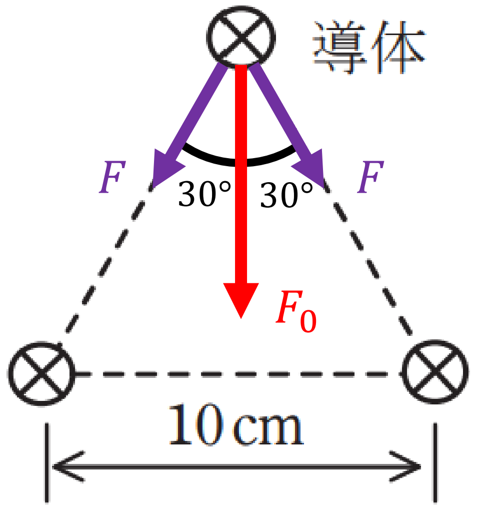
R04下　問4

問４　図のように，無限に長い３本の直線状導体が真空中に 10 cm の間隔で正三角形の頂点の位置に置かれている。３本の導体にそれぞれ 7 A の直流電流を同一方向に流したとき，各導体 1 m 当たりに働く力の大きさ F_0 の値[N/m]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，無限に長い２本の直線状導体を r[m]離して平行に置き，２本の導体にそれぞれ I[A]の直流電流を同一方向に流した場合，各導体 1 m 当たりに働く力の大きさ F の値[N/m]は，次式で与えられるものとする。

$$F = \frac{2I^2}{r} \times 10^{-7}$$

(1)　0　　(2)　9.80×10^{-5}　　(3)　1.70×10^{-4}　　(4)　1.96×10^{-4}　　(5)　2.94×10^{-4}



$$F_0 = 2F\cos 30° = 2 \times \frac{2I^2}{r} \times 10^{-7} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2 \times \frac{2 \times (7)^2}{0.1} \times 10^{-7} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$F_0 = 1700 \times 10^{-7} = 1.7 \times 10^{-4}\ \mathrm{N/m}$$

R04上　問3

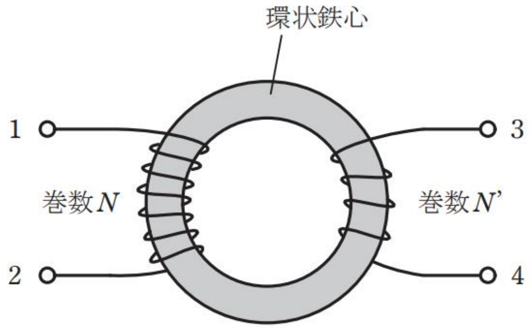
問３　図のような環状鉄心に巻かれたコイルがある。

図の環状コイルについて，

・端子 1-2 間の自己インダクタンスを測定したところ，40 mH であった。

・端子 3-4 間の自己インダクタンスを測定したところ，10 mH であった。

・端子 2 と 3 を接続した状態で端子 1-4 間のインダクタンスを測定したところ，86 mH であった。



このとき，端子 1-2 間のコイルと端子 3-4 間のコイルとの間の結合係数 k の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)　0.81　　(2)　0.90　　(3)　0.95　　(4)　0.98　　(5)　1.8

R04上　問3

問３　図のような環状鉄心に巻かれたコイルがある。

図の環状コイルについて，

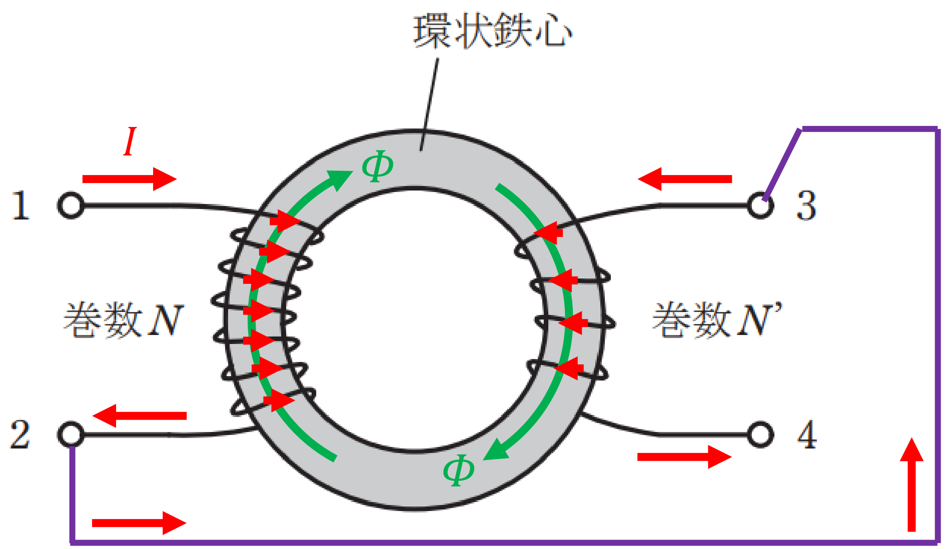
・端子 1−2 間の自己インダクタンスを測定したところ，40 mH であった。

・端子 3−4 間の自己インダクタンスを測定したところ，10 mH であった。

・端子 2 と 3 を接続した状態で端子 1−4 間のインダクタンスを測定したところ，86 mH であった。

このとき，端子 1−2 間のコイルと端子 3−4 間のコイルとの間の結合係数 k の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)　0.81　　(2)　0.90　　(3)　0.95　　(4)　0.98　　(5)　1.8



和動接続

$$L_{12} = 40\ \mathrm{mH}$$
$$L_{34} = 10\ \mathrm{mH}$$
$$L_{14} = 86\ \mathrm{mH}$$

端子２と３を接続すると和動接続となるため、

$$L_{14} = L_{12} + L_{34} + 2M = L_{12} + L_{34} + 2k\sqrt{L_{12}L_{34}}$$

$$k = \frac{L_{14} - L_{12} - L_{34}}{2\sqrt{L_{12}L_{34}}} = \frac{86\mathrm{m} - 40\mathrm{m} - 10\mathrm{m}}{2\sqrt{40\mathrm{m} \times 10\mathrm{m}}} = \frac{36}{40} = 0.9$$

H29 問3

問３　環状鉄心に，コイル１及びコイル２が巻かれている。二つのコイルを図１のように接続したとき，端子 A-B 間の合成インダクタンスの値は 1.2 H であった。次に，図２のように接続したとき，端子 C-D 間の合成インダクタンスの値は 2.0 H であった。このことから，コイル１の自己インダクタンス L の値[H]，コイル１及びコイル２の相互インダクタンス M の値[H]の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，コイル１及びコイル２の自己インダクタンスはともに L[H]，その巻数を N とし，また，鉄心は等断面，等質であるとする。

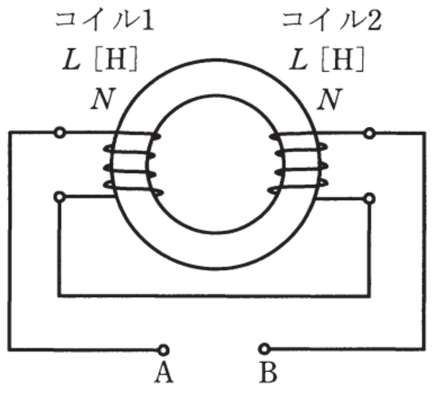


図１

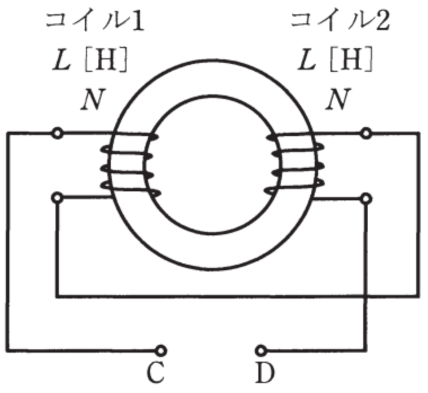


図２

	自己インダクタンス L	相互インダクタンス M
(1)	0.4	0.2
(2)	0.8	0.2
(3)	0.8	0.4
(4)	1.6	0.2
(5)	1.6	0.4

導出のポイント

問３　環状鉄心に，コイル１及びコイル２が巻かれている。二つのコイルを図１のように接続したとき，端子 A-B 間の合成インダクタンスの値は 1.2 H であった。次に，図２のように接続したとき，端子 C-D 間の合成インダクタンスの値は 2.0 H であった。このことから，コイル１の自己インダクタンス L の値[H]，コイル１及びコイル２の相互インダクタンス M の値[H]の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，コイル１及びコイル２の自己インダクタンスはともに L[H]，その巻数を N とし，また，鉄心は等断面，等質であるとする。

$$L_{AB} = L + L - 2M = 1.2\ \mathrm{H}$$

$$L_{CD} = L + L + 2M = 2.0\ \mathrm{H}$$

$$L_{AB} + L_{CD} = 4L = 3.2\ \mathrm{H} \ \rightarrow L = 0.8\ \mathrm{H}$$

$$L_{CD} - L_{AB} = 4M = 0.8\ \mathrm{H} \ \rightarrow M = 0.2\ \mathrm{H}$$

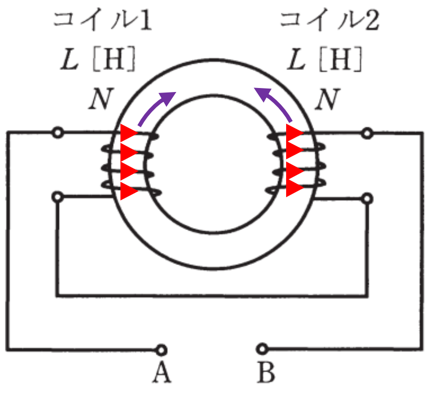


図１

差動接続

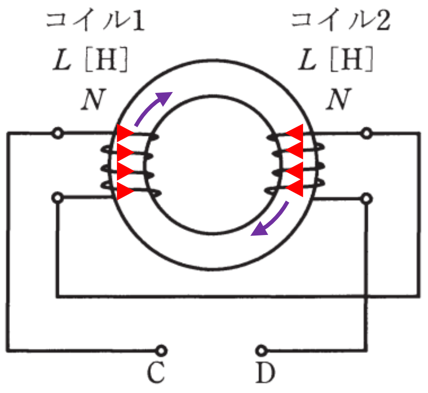


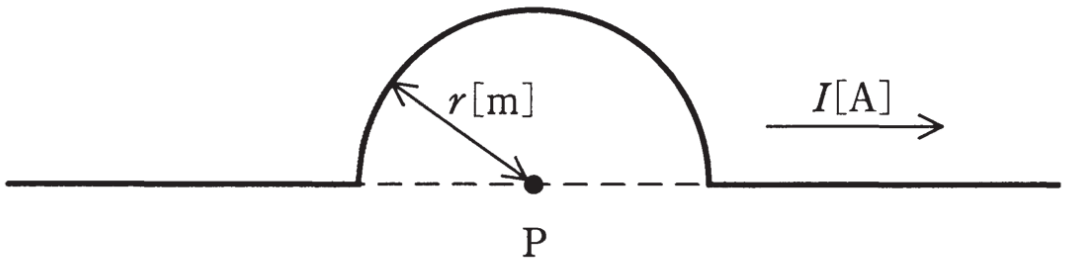
図２

和動接続

	自己インダクタンス L	相互インダクタンス M
(1)	0.4	0.2
(2)	0.8	0.2
(3)	0.8	0.4
(4)	1.6	0.2
(5)	1.6	0.4

H28 問3

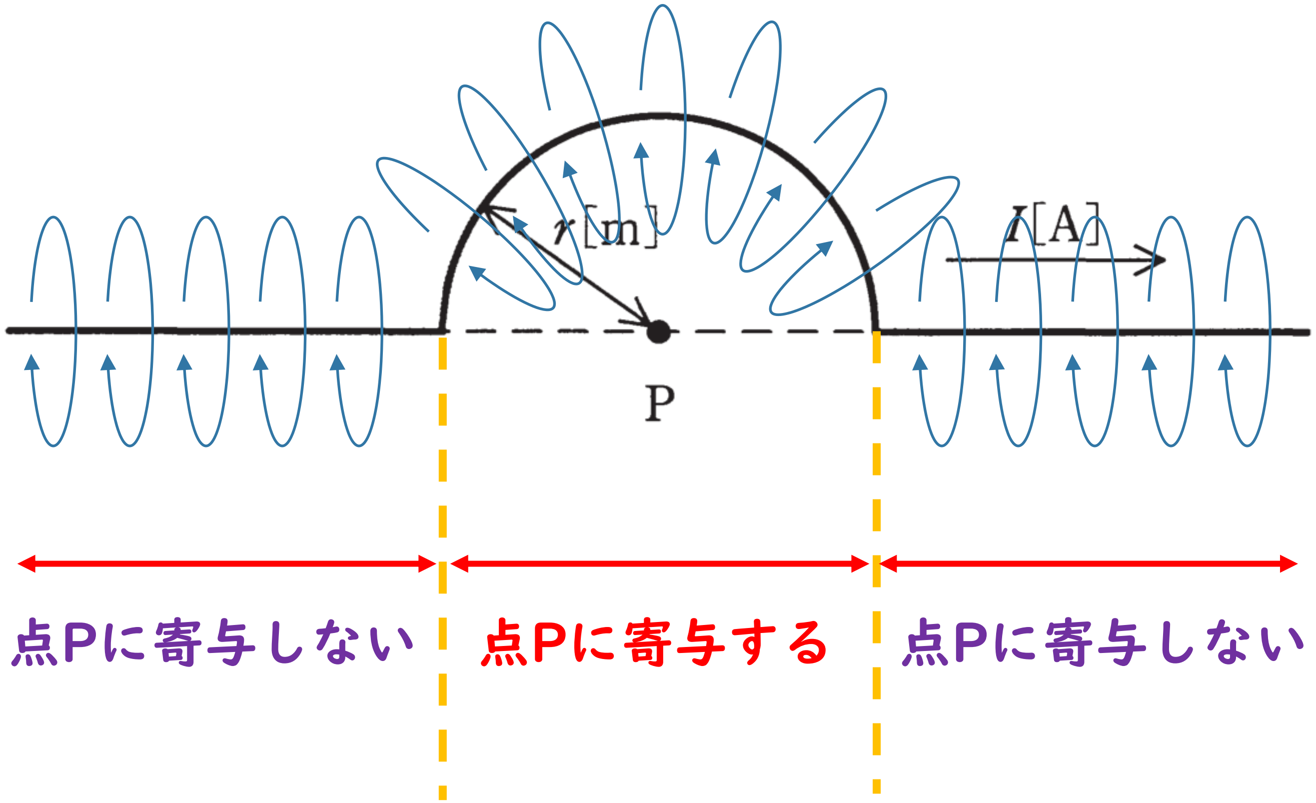
問３　図のように，長い線状導体の一部が点Pを中心とする半径r[m]の半円形になっている。この導体に電流I[A]を流すとき，点Pに生じる磁界の大きさH[A/m]はビオ・サバールの法則より求めることができる。Hを表す式として正しいものを，次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

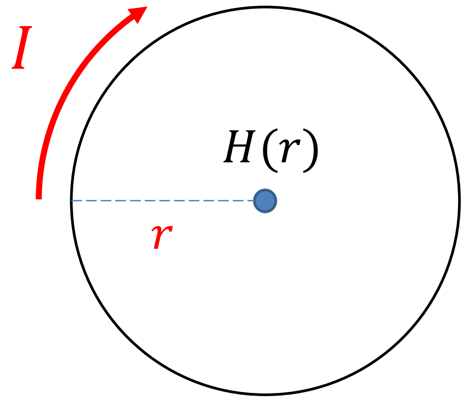


(1) $\dfrac{I}{2\pi r}$　(2) $\dfrac{I}{4r}$　(3) $\dfrac{I}{\pi r}$　(4) $\dfrac{I}{2r}$　(5) $\dfrac{I}{r}$

導出のポイント

→ 各点の電流が作る磁界



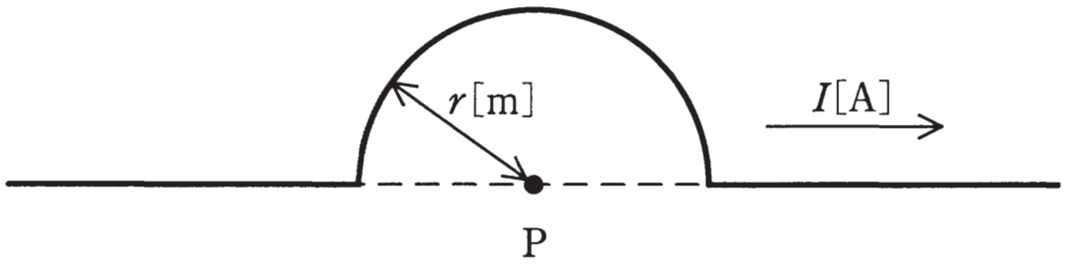


$$H = \frac{I}{2r}$$

(1) $\dfrac{I}{2\pi r}$　(2) $\dfrac{I}{4r}$　(3) $\dfrac{I}{\pi r}$　(4) $\dfrac{I}{2r}$　(5) $\dfrac{I}{r}$

H28 問3

問３　図のように，長い線状導体の一部が点Pを中心とする半径r[m]の半円形になっている。この導体に電流I[A]を流すとき，点Pに生じる磁界の大きさH[A/m]はビオ・サバールの法則より求めることができる。Hを表す式として正しいものを，次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) $\dfrac{I}{2\pi r}$　　(2) $\dfrac{I}{4r}$　　(3) $\dfrac{I}{\pi r}$　　(4) $\dfrac{I}{2r}$　　(5) $\dfrac{I}{r}$

H23 問4

問4　図1のように，1辺の長さが a〔m〕の正方形のコイル(巻数：1)に直流電流 I〔A〕が流れているときの中心点 O_1 の磁界の大きさを H_1〔A/m〕とする。また，図2のように，直径 a〔m〕の円形のコイル(巻数：1)に直流電流 I〔A〕が流れているときの中心点 O_2 の磁界の大きさを H_2〔A/m〕とする。このとき，磁界の大きさの比 $\dfrac{H_1}{H_2}$ の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，中心点 O_1，O_2 はそれぞれ正方形のコイル，円形のコイルと同一平面上にあるものとする。

参考までに，図3のように，長さ a〔m〕の直線導体に直流電流 I〔A〕が流れているとき，導体から距離 r〔m〕離れた点Pにおける磁界の大きさ H〔A/m〕は，$H=\dfrac{I}{4\pi r}(\cos\theta_1+\cos\theta_2)$ で求められる(角度 θ_1 と θ_2 の定義は図参照)。

(1)　0.45　　(2)　0.90　　(3)　1.00　　(4)　1.11　　(5)　2.22

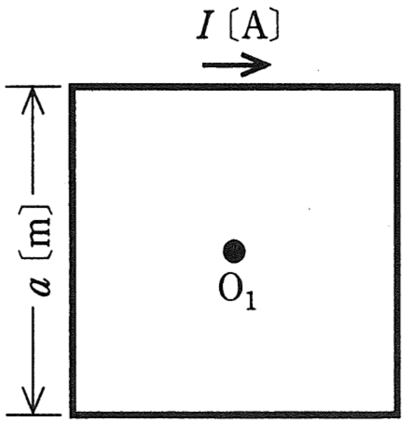


図 1

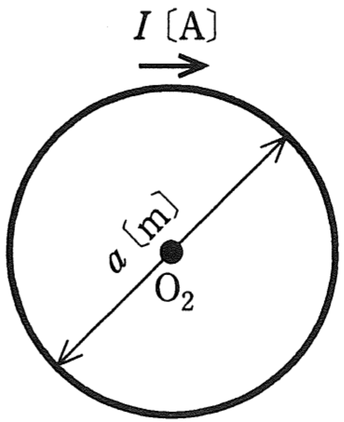


図 2

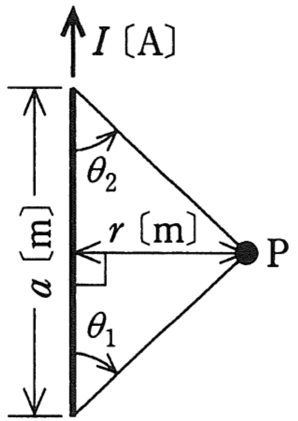


図 3

H23 問4

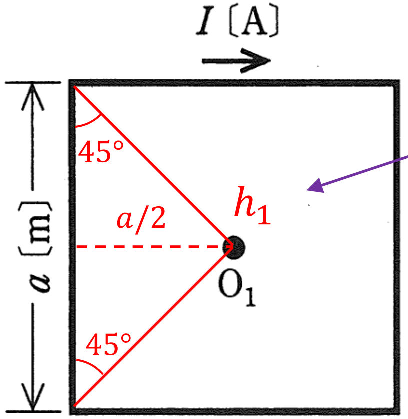


図 1

図をもとに正方形を4等分して、h_1を求める。

$$h_1 = \frac{I}{4\pi(a/2)}(\cos 45^\circ + \cos 45^\circ)$$

$$= \frac{I}{2\pi a}\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{\sqrt{2}I}{2\pi a}$$

$$H_1 = 4h_1 = 4 \times \frac{\sqrt{2}I}{2\pi a} = \frac{2\sqrt{2}I}{\pi a}$$

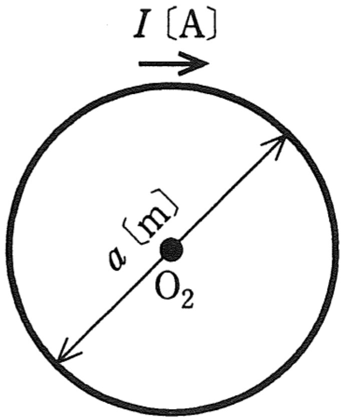


図 2

$$H_2 = \frac{I}{2(a/2)} = \frac{I}{a}$$

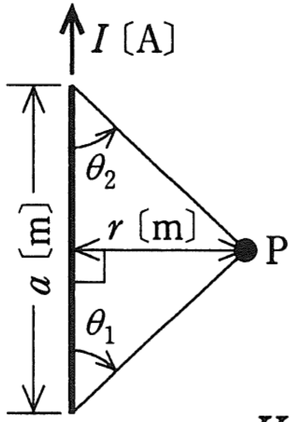


図 3

$$H = \frac{I}{4\pi r}(\cos\theta_1 + \cos\theta_2)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{\frac{2\sqrt{2}I}{\pi a}}{\frac{I}{a}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0.90$$

H23 問4

問4　図1のように，1辺の長さが a〔m〕の正方形のコイル(巻数：1)に直流電流 I〔A〕が流れているときの中心点 O_1 の磁界の大きさを H_1〔A/m〕とする。また，図2のように，直径 a〔m〕の円形のコイル(巻数：1)に直流電流 I〔A〕が流れているときの中心点 O_2 の磁界の大きさを H_2〔A/m〕とする。このとき，磁界の大きさの比 $\dfrac{H_1}{H_2}$ の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，中心点 O_1，O_2 はそれぞれ正方形のコイル，円形のコイルと同一平面上にあるものとする。

参考までに，図3のように，長さ a〔m〕の直線導体に直流電流 I〔A〕が流れているとき，導体から距離 r〔m〕離れた点Pにおける磁界の大きさ H〔A/m〕は，$H=\dfrac{I}{4\pi r}(\cos\theta_1+\cos\theta_2)$ で求められる(角度 θ_1 と θ_2 の定義は図参照)。

(1)　0.45　　(2)　0.90　　(3)　1.00　　(4)　1.11　　(5)　2.22

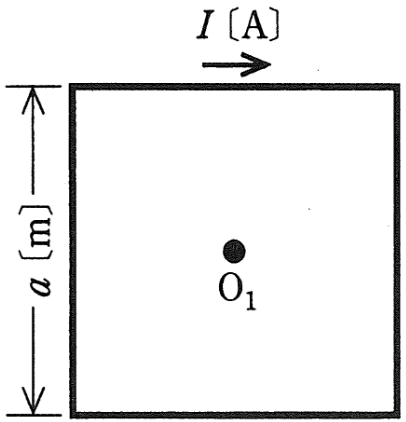


図 1

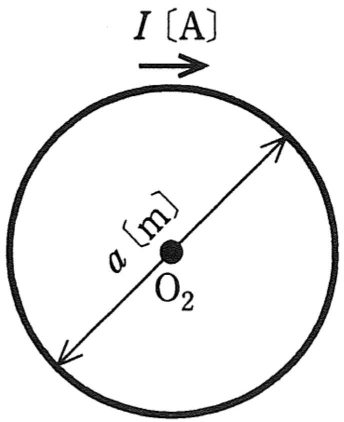


図 2

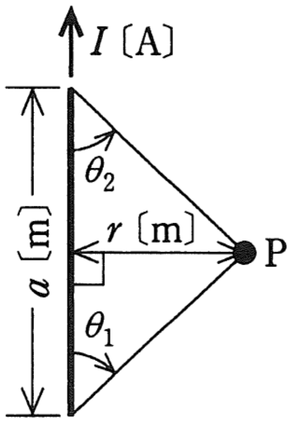


図 3

ご聴講ありがとうございました!!