

# 電気工学

※問題番号【No.1】～【No.15】までの15問題のうちから、10問題を選択し、解答してください。

【No.1】 図のように、真空中に、一直線上に等間隔  $r$  [m] で、 $4Q$  [C]、 $-3Q$  [C]、 $Q$  [C] の点電荷があるとき、 $Q$  [C] の点電荷に働く静電力  $F$  [N] を表す式として、正しいものはどれか。

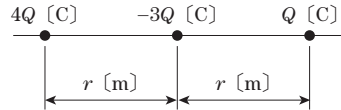
ただし、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m] とし、右向きの力を正とする。

1.  $F = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$  [N]

2.  $F = -\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$  [N]

3.  $F = \frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 r^2}$  [N]

4.  $F = -\frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 r^2}$  [N]



【解答】 4

【解説】 電荷間のクーロンの法則によれば、二つの電荷間に働く力の大きさは、それぞれの電荷の強さの積に比例し、電荷間の距離の2乗に反比例する。これを式で表すと次のようになる。

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \text{ [N]}$$

ここに、 $\epsilon_0$ :真空の誘電率 [F/m]、 $Q_1$ 、 $Q_2$ :電荷の大きさ [C]、 $r$ :電荷間の距離 [m] である。

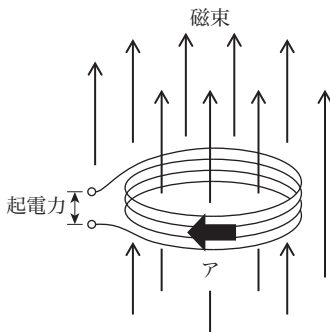
上式に問題に与えられた数値を代入して  $4Q$  [C]、 $-3Q$  [C] の点電荷により  $Q$  [C] の点電荷に働く力を計算すると、次のようになる。

$$F = \frac{4Q \times Q}{4\pi\epsilon_0 (2r)^2} + \frac{-3Q \times Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} + \frac{-3Q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$= -\frac{2Q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = -\frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 r^2} \text{ [N]}$$

したがって、4が正しいものである。

**【No.2】** 図のように、円形コイルに磁束を加えるときの起電力に関する記述として、不適当なものはどれか。

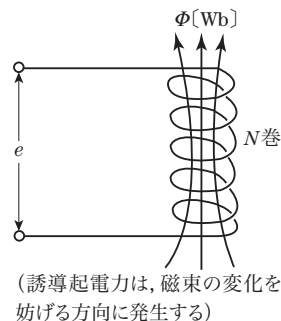


1. 円形コイルと鎖交しない磁束は、起電力の発生に関与しない。
2. 磁束が増加したとき、アの方に電流を流す起電力が発生する。
3. 円形コイルの巻数を増やすと、起電力は大きくなる。
4. 加えている磁束を時間に正比例して増加させると、起電力も増加する。

**【解答】** 4

**【解説】** コイルに誘導される起電力は、ファラデーの電磁誘導の法則によれば、「コイルを貫く磁束の変化により生じ、その大きさは、磁束の時間に対して変化する割合と、コイルの巻数に比例する」とあり、起電力を  $e$  [V]、コイルの巻数を  $N$ 、 $\Delta t$  秒間における磁束の変化量を  $\Delta\Phi$  [Wb] とすれば、次式が成立する。

$$e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ [V]}$$



上式により、起電力は変化時間に対する磁束の変化量となることから、加えている磁束を時間に正比例して増加させると、増加率が一定となるので起電力も一定となる。

したがって、4が不適当なものである。

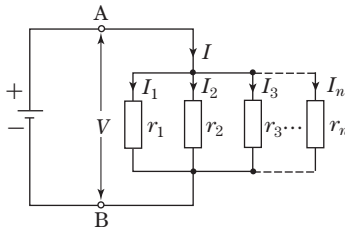
【No.3】 交流回路に関する記述として、不適当なものはどれか。

1. 回路網の任意の接続点において、流入する電流の和と流出する電流の和は等しい。
2. 並列に接続された抵抗器に流れるそれぞれの電流は、各コンダクタンスの値に反比例した大きさとなる。
3. 交流波形の波形率は、実効値を平均値で除した値である。
4. 皮相電力は、有効電力の 2 乗と無効電力の 2 乗の和の平方根に等しい。

【解答】 2

【解説】 第 3-1 図に示すような並列接続の各抵抗器に流れる電流は、次式で表される。

$$I_1 = \frac{V}{r_1}, \quad I_2 = \frac{V}{r_2}, \quad \dots, \quad I_n = \frac{V}{r_n}$$



第3-1図

ここで、抵抗  $r$  の逆数をコンダクタンス  $g$  で表すと、

$$\frac{1}{r_1} = g_1, \quad \frac{1}{r_2} = g_2, \quad \dots, \quad \frac{1}{r_n} = g_n$$

であるから、各抵抗器に流れる電流は、

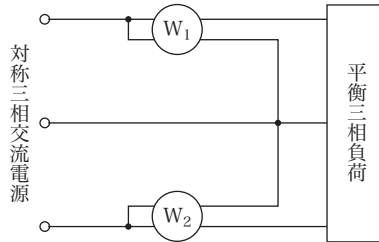
$$I_1 = \frac{V}{r_1} = g_1 V, \quad I_2 = \frac{V}{r_2} = g_2 V, \quad \dots, \quad I_n = \frac{V}{r_n} = g_n V$$

となり、それぞれの電流は、各コンダクタンスの値に比例する。

したがって、2 が不適当なものである。

【No.4】 図に示す平衡三相回路の電力を測定する2電力計法において、線間電圧が  $V$  [V]、線電流が  $I$  [A] のとき、電力計  $W_1$ 、 $W_2$  の指示値は、それぞれ  $P_1$  [W]、 $P_2$  [W] であった。このとき、負荷の力率を表す式として、正しいものはどれか。

1.  $\frac{2VI}{P_1 + P_2}$
2.  $\frac{\sqrt{3}VI}{P_1 + P_2}$
3.  $\frac{P_1 + P_2}{2VI}$
4.  $\frac{P_1 + P_2}{\sqrt{3}VI}$



【解答】 4

【解説】 三相電力を二つの单相電力計を用いて測定する方法を2電力計法という。

平行三相回路においては、それぞれの電力計の指示値は、次のように表される。

$$P_1 = VI \cos(30^\circ - \theta) \text{ [W]}$$

$$P_2 = VI \cos(30^\circ + \theta) \text{ [W]}$$

三相回路の有効電力  $P_3$  [W] は、おのおのの電力計の指示値の和で表されるので、次式となる。

$$\begin{aligned} P_3 &= P_1 + P_2 = VI \cos(30^\circ - \theta) + VI \cos(30^\circ + \theta) \\ &= 2VI \cos 30^\circ \cos \theta = \sqrt{3}VI \cos \theta \text{ [W]} \end{aligned}$$

上式より力率は、

$$\cos \theta = \frac{P_1 + P_2}{\sqrt{3}VI}$$

したがって、4が正しいものである。