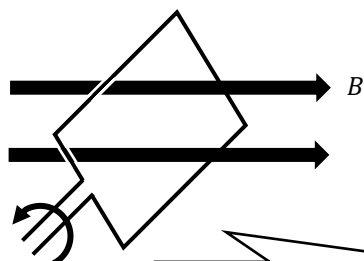
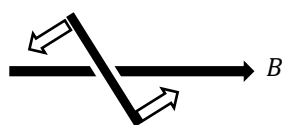


○交流の発生

磁界の中でコイルを一定の角速度 ω で回転させる。



真横から見ると



コイルに生じる誘導起電力 = _____

… 向きと大きさが周期的に変動する _____ 電圧が発生することが分かる。

交流の周波数 (1 s 間に何回変動するか) f (Hz) と、

角周波数 (1 s 間の変動を rad で表す) ω (rad/s) との間には、

$$\omega = \underline{\hspace{2cm}}$$

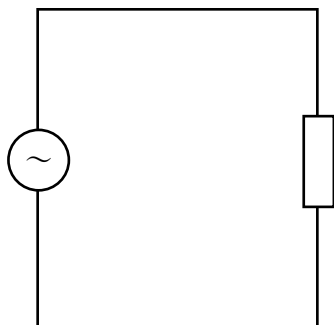
という関係がある。

(練習) 前ページの図のような交流発電機で、コイルを毎秒 50 回転させる。コイルは 100 回巻き、面積は 4.0 m^2 とし、一様な磁界の磁束密度を 0.020 T とする。発生する交流電圧の最大値を求めよ。

※ 直流電流を使用する電子機器では、交流電流を整流（交流を直流へ変換すること）して利用している。整流回路では、_____が利用されている。

○抵抗を流れる交流

抵抗値 R の抵抗に、交流電圧 $V_0 \sin \omega t$ をかける。



このとき、抵抗に流れる電流 I は

$I =$

となる。

最大値 $I_0 =$

電流の位相は、電圧の位相と _____。

(練習) 5.0Ω の抵抗に、時刻 t (s) における電圧 $V = 20 \sin 200 \pi t$ (V) で表される交流電圧をかけた。以下の各問いに答えよ。

- (1) 抵抗を流れる電流 I (A) を式で表せ。
- (2) 交流の角周波数 ω (rad/s)、周波数 f (Hz)、周期 T (s) を求めよ。
- (3) 抵抗にかかる電圧の最大値と、抵抗を流れる電流の最大値を求めよ。

○交流の実効値

交流電流 $I = I_0 \sin \omega t$ と交流電圧 $V = V_0 \sin \omega t$ の平均値は

ともに _____ であるので、平均値を求めても意味がない。



次のように、電流と電圧の実効値（実際の効果を表す値）を定めて利用する。

前ページの回路の抵抗の消費電力 P は

$$P = \underline{\hspace{2cm}}$$

であり、その平均値 \bar{P} は

$$\bar{P} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}}$$

※ 家庭用の交流電圧は _____ V だが、これは実効値のこと。

瞬間的には、最大で約 _____ V、最小で _____ V。

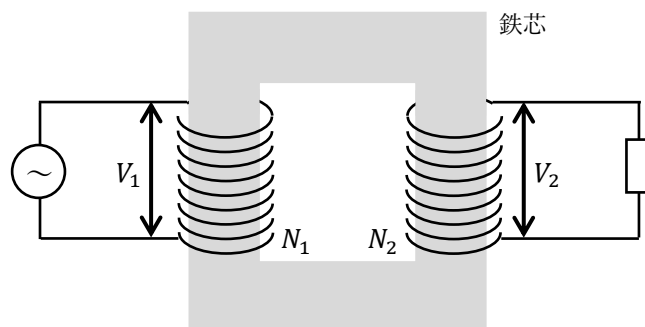
(練習) 10Ω の抵抗に交流電源を接続したとき、時刻 t (s) における電流 I が

$I = 2.8 \sin 100 \pi t$ (A) となった。以下の各問いに答えよ。

- (1) 抵抗を流れる電流の実効値と、抵抗にかかる電圧の実効値を求めよ。
- (2) 抵抗で 5.0 s 間に発生する熱量を求めよ。

○変圧器

変圧器（トランス）＝ 交流の電圧を変える装置



時間 Δt の間に鉄心の中の磁束が $\Delta\Phi$ だけ変化するとき、

・ 1次コイルの誘導起電力の大きさ $V_1 =$ _____

・ 2次コイルの誘導起電力の大きさ $V_2 =$ _____



$V_1 : V_2 =$ _____ :

これは最大値の比でもあり、実効値の比でもある。

(理想的な) 変圧器では電力が保存されるので、1次(2次)コイルの電流と電圧の実効値をそれぞれ I_1 (I_2)、 V_1 (V_2) とすると、

_____ = _____

○送電と変圧

発電所からは、_____ 電圧の交流が送り出される。

→ 変圧器（変電所や電柱の変圧器）によって _____ 電圧に変換される。

交流電流が送電線を流れるとき、エネルギー損失が起こる。

このとき、流れる電流が _____ ほど、エネルギー損失は小さくなる。

… 発電所から送り出される電力が一定のとき、電圧が _____ ほど
電流は小さくなるので、エネルギー損失を抑えることができる。

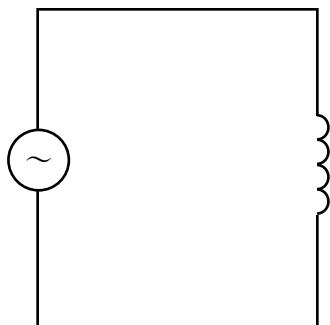
(練習) 5.0×10^4 kW の電力を 80Ω の送電線を用いて 2.5×10^5 V で送電した。

- (1) 送電線で失われた電力は、送電した電力の何%か。
- (2) 送電線の長さを 2 倍にしたとき、送電損失を同じにするには電圧をいくらにする必要があるか。

※ 直流送電と交流送電で同じ電力を送る場合、交流送電の電圧の最大値は直流送電の電圧の最大値の _____ 倍になるので、直流送電の方が安全に送電できる。

○コイルを流れる交流

自己インダクタンス L のコイルに、交流電圧 $V_0 \sin \omega t$ をかける。



このとき、コイルには自己誘導起電力 _____ が生じ、これが
交流電圧 $V_0 \sin \omega t$ と等しくなるので、

$$\text{_____} = \text{_____}$$

という関係が成り立つ。

ここから、

$$I = \text{_____}$$

と求められる。

$$\text{最大値 } I_0 = \text{_____}$$

電流の位相は、電圧の位相より _____ だけ _____。

※ 感覚的な理解

- ・電流の位相が電圧の位相より遅れる理由

コイルに電圧をかけても、コイルの自己誘導（電流が大きくなろうとするのを妨げる）のために、電流の位相が遅れるのだと理解できる。

- ・コイルのリアクタンスが ωL となる理由

角周波数 ω が大きい：コイルに流れる電流の変化が激しい

→ コイルの自己誘導が大きくなり、流れる電流が小さくなる。

自己インダクタンス L が大きい：コイルの自己誘導が大きい

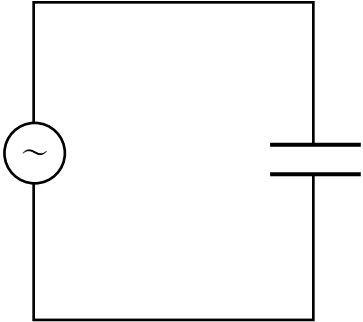
→ 流れる電流が小さくなる。

(練習) 自己インダクタンスが 0.10 H のコイルに、実効値が $1.0 \times 10^2 \text{ V}$ 、周波数が 50 Hz の交流電圧をかけた。

- (1) コイルのリアクタンスと電流の最大値を求めよ。
- (2) 交流電圧の最大値を $V_0 \text{ (V)}$ 、周波数を $f \text{ (Hz)}$ として、時刻 $t \text{ (s)}$ における交流電圧 $V = V_0 \sin 2\pi ft$ と表されるとき、コイルに流れる電流 $I \text{ (A)}$ を式で表せ。

○コンデンサーを流れる交流

電気容量 C のコンデンサーに、交流電圧 $V_0 \sin \omega t$ をかける。



直流回路ではコンデンサーに電流が流れなくなるが、交流回路では流れ続ける。

このとき、コンデンサーに蓄えられる電荷は _____ となり、
ここから回路に流れる電流 I が

$I =$

と求められる。

最大値 $I_0 =$ _____

電流の位相は、電圧の位相より _____ だけ _____。

※ 感覚的な理解

- ・電流の位相が電圧の位相より進む理由

コンデンサーが空っぽのとき、電流は勢いよく流れるが電圧が大きくなるのには時間がかかる。

- ・コンデンサーのリアクタンスが $\frac{1}{\omega C}$ となる理由

角周波数 ω が小さい：直流に近い → 電流が流れにくくなる。

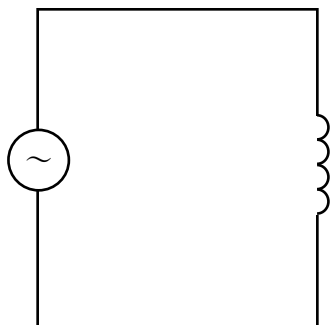
電気容量 C が大きい：電荷がたくさん流れ込む → 電流が流れやすくなる。

(練習) 電気容量が 1.0×10^{-4} F のコンデンサーに、実効値が 1.0×10^2 V、周波数が 50 Hz の交流電圧をかけた。

- (1) コンデンサーのリアクタンスと電流の最大値を求めよ。
- (2) 交流電圧の最大値を V_0 (V)、周波数を f (Hz) として、時刻 t (s) における交流電圧 $V = V_0 \sin 2\pi ft$ と表されるとき、コイルに流れる電流 I (A) を式で表せ。

○コイルとコンデンサーの消費電力

自己インダクタンス L のコイルに、交流電圧 $V_0 \sin \omega t$ をかける。



このとき、コイルの消費電力 P は

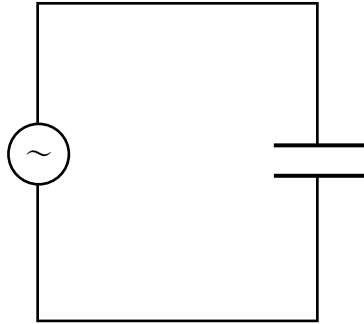
$$P = \underline{\hspace{2cm}}$$

となる。この時間平均は $\underline{\hspace{1cm}}$ である。

このことは、コイルではエネルギーが消費 $\underline{\hspace{1cm}}$ ことを示している。詳細に考えると、

- ・電流が増加するとき：コイルはエネルギーを $\underline{\hspace{1cm}}$
- ・電流が減少するとき：コイルはエネルギーを $\underline{\hspace{1cm}}$

電気容量 C のコンデンサーに、交流電圧 $V_0 \sin \omega t$ をかける。



このとき、コンデンサーの消費電力 P は

$$P = \underline{\hspace{2cm}}$$

となる。この時間平均は $\underline{\hspace{1cm}}$ である。

このことは、コンデンサーではエネルギーが消費 $\underline{\hspace{2cm}}$ ことを示している。詳細に考えると、

- ・ 電圧が増加するとき：コンデンサーはエネルギーを $\underline{\hspace{2cm}}$
- ・ 電圧が減少するとき：コンデンサーはエネルギーを $\underline{\hspace{2cm}}$

※ 交流回路では、コイルやコンデンサーはエネルギーを消費せず、 $\underline{\hspace{2cm}}$ だけがエネルギーを消費する。