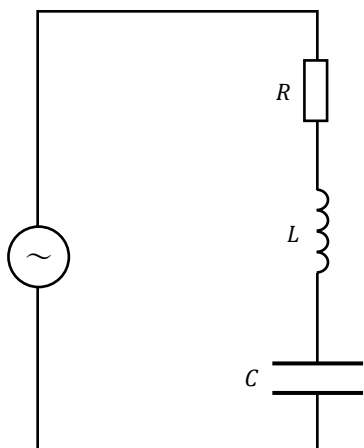


○交流回路

・RLC 直列回路



交流の直列回路では、

・電流はどこでも _____

・電圧の位相は _____

回路に流れる電流 $I = I_0 \sin \omega t$ とすると、

・抵抗の電圧 $V_R =$ _____

・コイルの電圧 $V_L =$ _____

・コンデンサーの電圧 $V_C =$ _____



回路全体の電圧 $V =$ _____

$=$ _____

$\tan \theta =$ _____

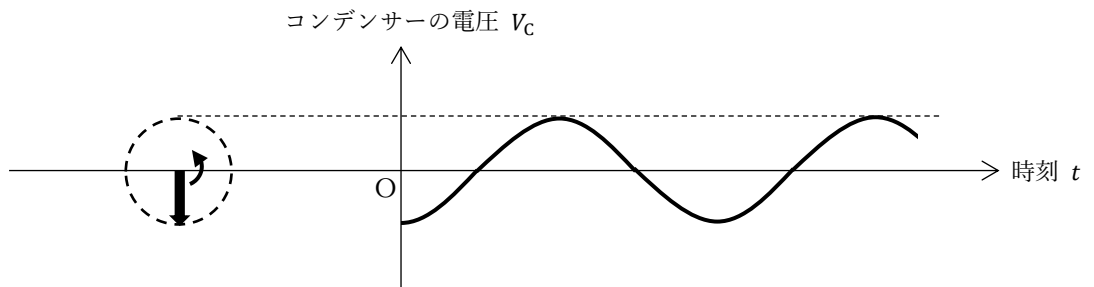
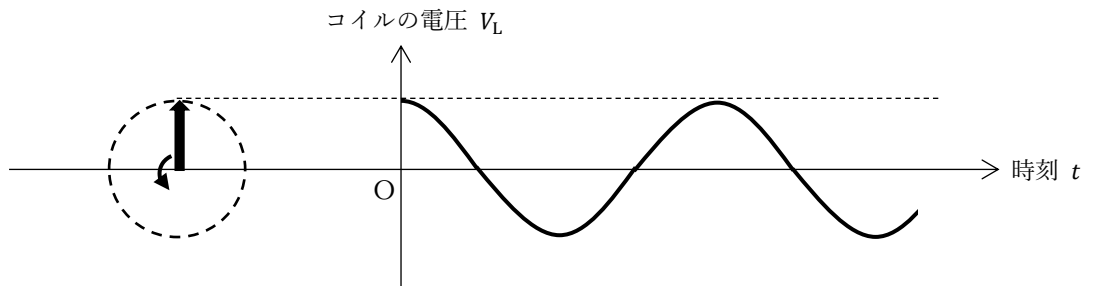
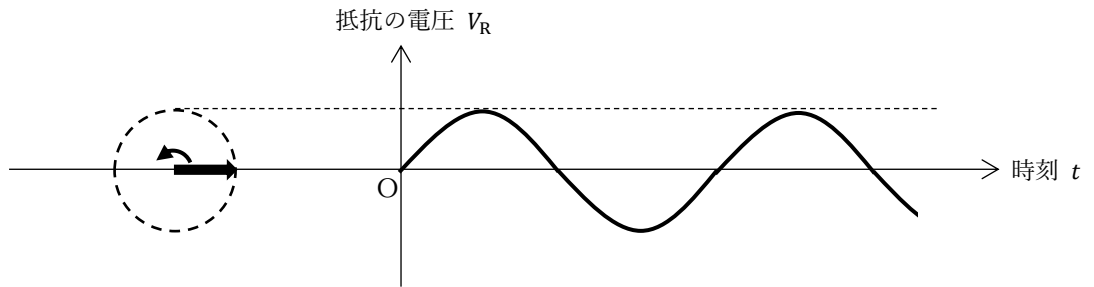
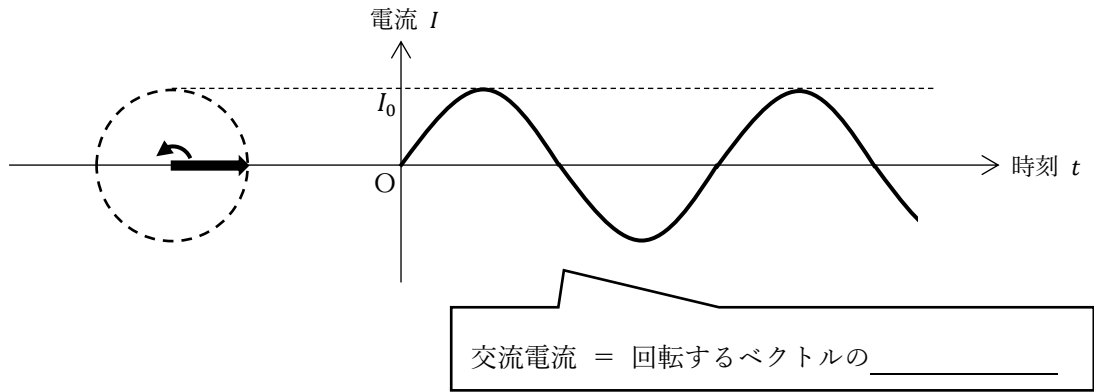
※ $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$ は _____ と呼ばれ、

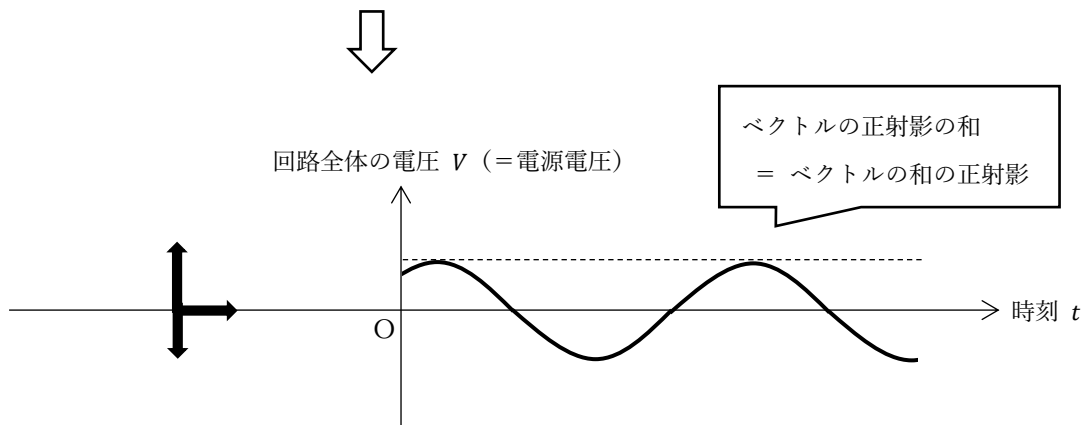
回路全体の抵抗に相当する。

※ 回路を流れる電流の位相は、電源電圧よりも $\tan\theta = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$ を満たす θ だけ

_____ いることが分かる。

※ 交流回路は、次のようにベクトルを使って考えることもできる。

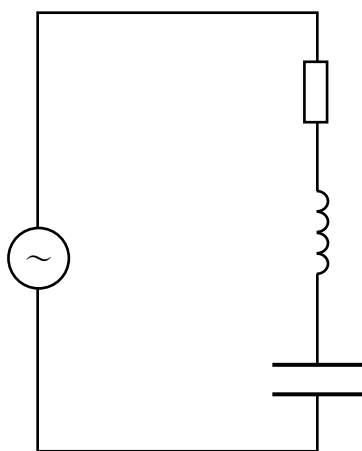




インピーダンス $Z = \frac{V_0}{I_0} =$ _____ だと分かる。

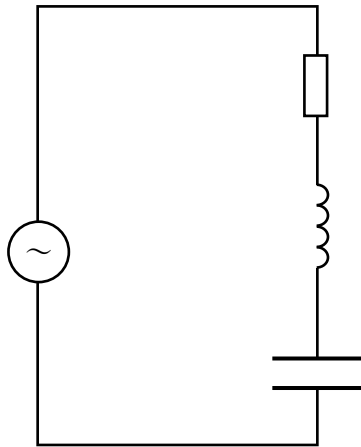
電流 I は電圧 V より $\tan\theta =$ _____ を満たす位相 θ だけ遅れていることが分かる。

(練習) 抵抗、コイル、コンデンサーの直列回路に交流電圧をかけた。抵抗、コイル、コンデンサーにかかる交流電圧の実効値がそれぞれ 3.0 V、12.0 V、8.0 V であるとき、回路全体にかかる交流電圧の実効値は何 V か。



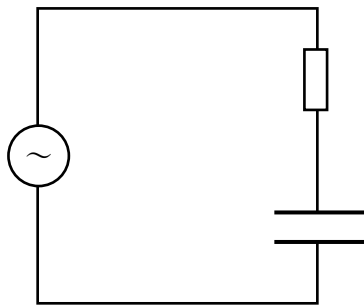
(練習) 図のように、抵抗値 30Ω の抵抗、 50 Hz の交流に対するリアクタンスがそれぞれ 120Ω と 80Ω のコイルとコンデンサーを直列に接続し、周波数が 50 Hz の交流電源につないだところ、時刻を $t \text{ (s)}$ として、 $I = 0.40 \sin 100\pi t$ と表される電流が回路に流れた。

- (1) 抵抗、コイル、コンデンサーにかかる電圧をそれぞれ求めよ。
- (2) 電源の電圧の最大値と、回路のインピーダンスを求めよ。
- (3) 回路の消費電力を求めよ。

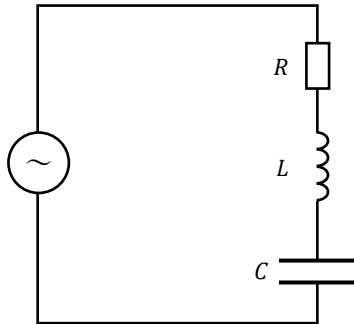


(練習) 図のように、 $15\ \Omega$ の抵抗とコンデンサーを直列に接続し、これらを周波数 $50\ \text{Hz}$ で実効値 $100\ \text{V}$ の交流電源につないだところ、実効値 $4.0\ \text{A}$ の電流が回路に流れた。回路を流れる電流は、最大値を I_0 として $I = I_0 \sin 100\pi t$ と表される(時刻を $t\ (\text{s})$ とする)ものとする。

- (1) 回路のインピーダンスを求めよ。
- (2) コンデンサーのリアクタンスと電気容量を求めよ。
- (3) 回路の消費電力を求めよ。



RLC 直列回路の共振 = 特定の周波数で、大きな電流が流れる



回路のインピーダンス $Z =$ _____

が _____ になるとき、流れる電流が最大となる。

↓

$\omega L - \frac{1}{\omega C} =$ _____ のとき、 Z が最小になる。

↓

共振が起こる角周波数 $\omega =$ _____

↓

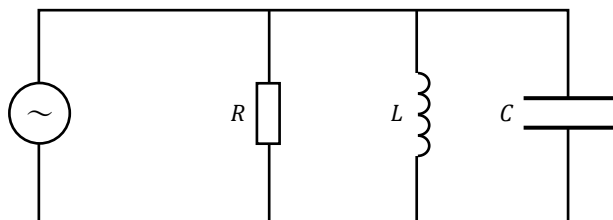
共振が起こる周波数 (共振周波数) $f_0 =$ _____

※ ラジオ：回路中にコイルとコンデンサーが組み込まれていて、 L と C の値を調整できるようにになっている。

→ 聞きたい電波の周波数 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ となるように L と C を変える。

(練習) 自己インダクタンスが 1.0×10^{-4} H のコイルとコンデンサー、抵抗を直列に接続し、1000 kHz の AM 放送の周波数に共振させたい。このときに必要なコンデンサーの電気容量を求めよ。

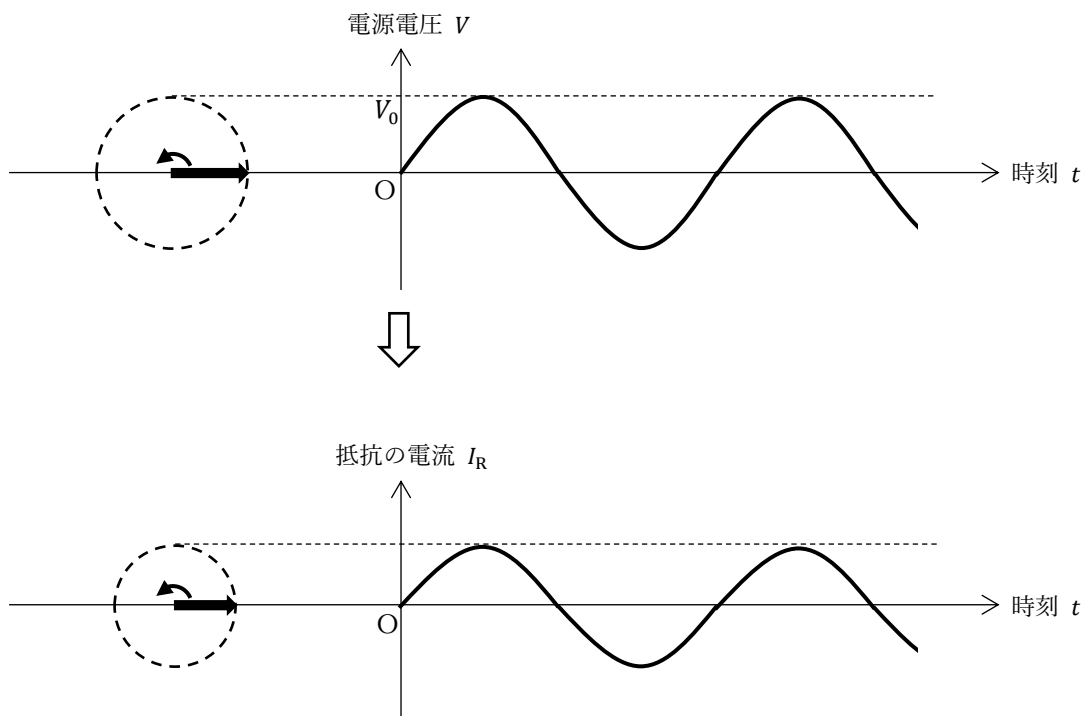
・RLC 並列回路

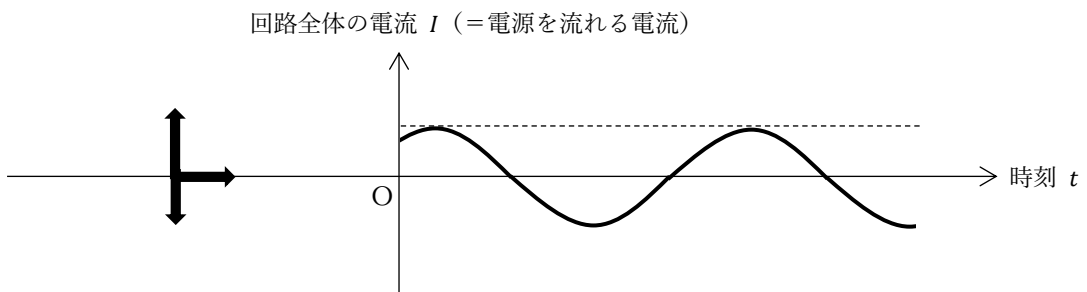
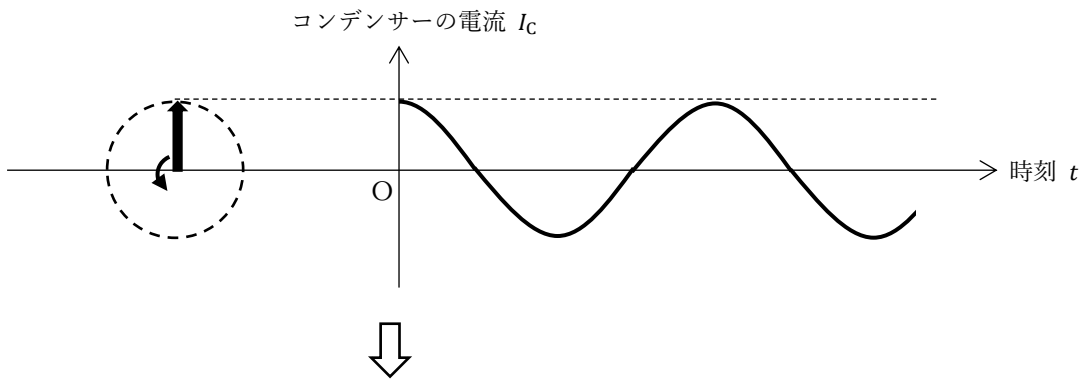
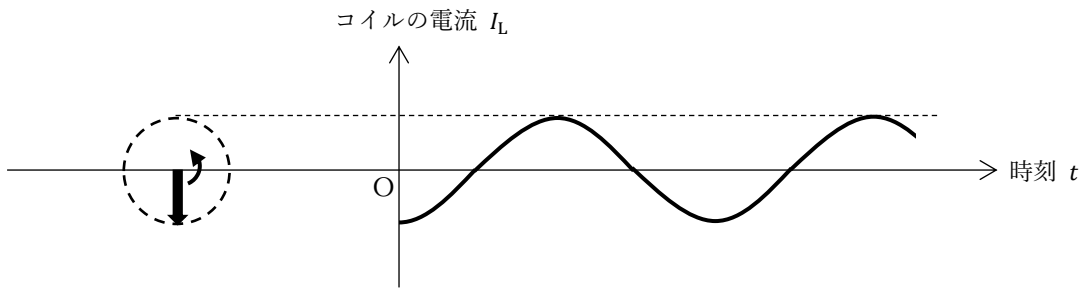


交流の並列回路では、

- ・電圧が _____
- ・電流の位相は _____

※ 電源電圧 $V = V_0 \sin \omega t$ とすると、





インピーダンス $Z = \frac{V_0}{I_0} =$ _____ だと分かる。

電流 I は電圧 V より $\tan\theta =$ _____ を満たす位相 θ だけ

_____ いることが分かる。

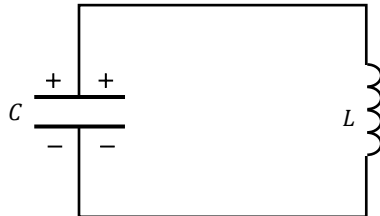
※ RLC 並列回路の共振

共振周波数 $f_0 =$ _____

… このとき、電源を流れる電流は _____ になる。

○電気振動

充電されたコンデンサーとコイルを接続すると、電気振動が起こる。



- ・コンデンサーの電荷が減少しながら、コイルを流れる電流が増加していく。

コイルの _____ のため、急に大きな電流が流れるのではなく、少しずつ電流が大きくなる。



- ・コンデンサーの電荷が0となると、コイルを流れる電流は _____ になる。



- ・コイルを流れる電流が減少しながら、コンデンサーの電荷が増加していく。

コイルの _____ のため、電流が急に0になるのではなく、少しずつ電流が小さくなる。



- ・コイルを流れる電流が0となると、コンデンサーの電荷は _____ になる。

… スタートと同じ状態 (コンデンサーの電荷の向きが反対なだけ)



コンデンサーとコイルではエネルギーが消費_____ので、
電気振動ではエネルギーが保存される。

_____ = 一定

コンデンサーの電圧の最大値を V_0 、
コイルを流れる電流の最大値を I_0 とすると、

_____ = _____

電気振動の周期 $T =$ _____

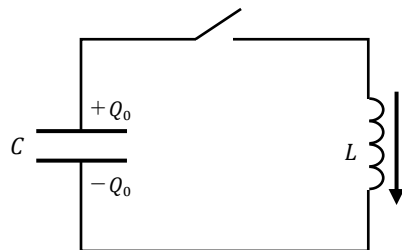
※ 電気振動の振動数 $f =$ _____

(練習) 図のように、電気容量 C のコンデンサーと自己インダクタンス L のコイルをスイッチで接続した回路がある。はじめ、コンデンサーには電荷 Q_0 (>0) が充電されていた。

(1) スイッチを入れ、回路に電流が流れ出したのち、電流が最大になったときの電流の強さを求めよ。

(2) 図の矢印の向きの電流を I とし、スイッチを入れた直後、微小時間 Δt の間の電流の変化を ΔI とし、 $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ を求めよ。

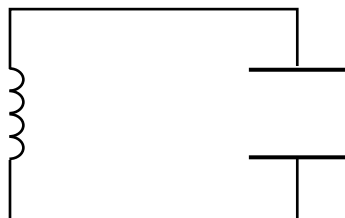
(3) スイッチを入れてから電流が初めて最大になるまでの時間を求めよ。



(練習) 前ページの練習と同じ電気振動の回路で、コンデンサーの両端の電位差が V_0 になるまで充電したあと、スイッチを入れた。コンデンサーの極板間の電圧が $\frac{V_0}{2}$ になった瞬間にコイルを流れる電流の強さを求めよ。

○電磁波

電気振動を利用して、電磁波を発生させることができる。



- ・コンデンサーの極板間の電界が _____ すると、
その周りに _____ が生まれる。



- ・発生する磁界は変化する。
変化する磁界は、その周りに _____ を生む。



- ・発生する電界は変化する。
変化する電界は、その周りに _____ を生む。



このようにして、電磁波（=電界と磁界が交互に発生して伝わっていく波）が生まれる。

マクスウェルは電磁波の存在を予言し、電磁波の伝わる速さは _____ と等しいことを理論的に求めた。

→ 光は電磁波の一種であると説明した。

その後、ヘルツが実際に電磁波を発生させて受信する実験に成功した。

… 電磁波の伝わる速さが光速と等しいことを確かめた。

(練習) ヘルツは波長 0.60 m の電磁波を発生させた。電磁波の伝わる速さを $3.0 \times 10^8\text{ m/s}$ として、この電磁波の振動数を求めよ。また、この電磁波を発生させる装置を電気容量 C (F) のコンデンサーと自己インダクタンス L (H) のコイルの電気振動の回路と考えると、 L と C の積の値をいくらにすればよいか。

○電磁波の性質

電磁波には次のような性質がある。

- ・(金属板などで) 反射する、(媒質の気温の変化などで) 屈折する
- ・回折する：波長が _____ 電磁波ほど、よく回折する
- ・干渉する：波長が近い電磁波どうしで干渉しやすい
- ・電界の振動方向 \perp 磁界の振動方向

電磁波が導体棒の格子にぶつかるとき、

- ・導体棒の方向 // 電界の方向 \Rightarrow 電磁波は通過しない (反射される)
- ・導体棒の方向 \perp 電界の方向 \Rightarrow 電磁波は通過する (反射されない)

○電磁波の種類

電磁波は、おもに波長によって次のように分類される。

電波	赤外線	可視光線	紫外線	X線	γ 線
波長	_____ m	_____ m	_____ m	_____ m	_____ m

※ X線と γ 線は、正確には波長ではなく発生の仕方によって区別される。

※ 波長が短い電磁波ほど、振動数が _____

… 振動数が大きい電磁波ほど、エネルギーが _____