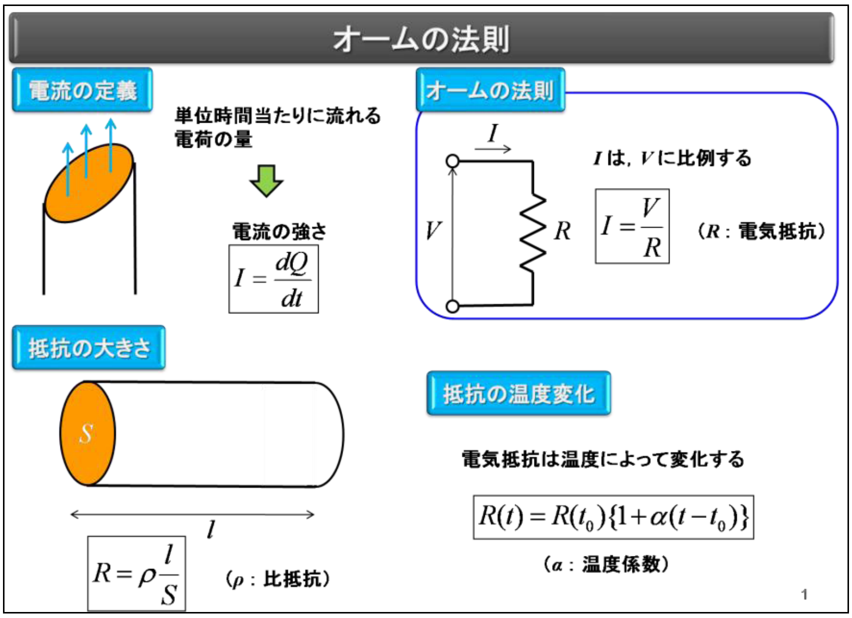
1. オームの法則



1. これから電気回路の勉強を始めます．
2. まずは，電流の定義について説明します．
3. 電流の通っている導線のある断面を単位時間に通過する電荷の量を，その面を通る電流の強さといいます．
4. 1秒間にIクーロンの電荷が流れるとき，電流の強さはI アンペアであるといいます．
5. 微小時間 dt の間に通った電気量を dQ とすると，電流の強さ I は，$I = dQ/dt$ と表されます．
6. 抵抗の両端に一定の電位差Vを与え続ける場合を考えます．
7. このとき抵抗には，一定の電流 I が流れているとします．
8. 実験によれば通常この値はVに比例し，$I = V/R$ と書くことができます．

1. From now, we study electric circuits.
2. First, I will explain about electric current.
3. In a conductive wire with electric current, the amount of electric charge passing through its cross section per unit time is called the current intensity.
4. When electric charge of I coulomb flows per unit time, the current intensity is I ampere.
5. Let the quantity of electric charge which passed in a short time dt be dQ. Then, the current intensity is expressed by $I = dQ/dt$.
6. We consider that a voltage V is supplied between two terminals of a resistor.
7. It is assumed that a constant current I flows in the resistor.

From experiments, we can find that this magnitude is proportional to V and the relation is expressed by $I = V/R$.

9. この比例定数 R を電気抵抗といいます．

This proportional constant R is called electrical resistance.

10. そして，この I と V が比例するという関係のことをオームの法則といいます．

This relation that I is proportional to V is called Ohm's law.

11. 次に長さが l，断面積が S の一様な針金の抵抗を R とすると，$R=\rho l/S$ と書くことができます．ここで，ρ はその物質によって決まる定数です．

The resistance R of a conductor wire of uniform cross section S and of length l can be obtained as $R=\rho l/S$ where ρ is a constant depend on the material.

12. この ρ のことをその物質の，比抵抗あるいは抵抗率といいます．

This ρ is called the specific electrical resistance or electrical resistivity of the material.

13. また，電気抵抗は温度によって変化し，金属では温度が上昇すると普通，抵抗が上昇します．

Electric resistance changes depending on temperature. In metals, it generally increases as temperature increases.

14. t ℃の時の抵抗を $R(t)$ とすると，あまり温度範囲が広くない限りで大体
$R(t)=R(t_0)\{1+\alpha(t-t_0)\}$
が成り立ち，α を（抵抗の）温度係数と呼びます．

The electric resistance $R(t)$ depends on temperature t. If the range of temperature is not so large, the relationship $R(t)=R(t_0)\{1+\alpha(t-t_0)\}$ holds. Symbol α is the temperature coefficient of resistivity and t_0 is a reference temperature.

キーワード

・電気回路　・電気抵抗　・オームの法則　・比抵抗　・抵抗率　・温度係数

日本語解説

文１「回路」

英語 circuit の訳語。物質やエネルギーの循環する道筋。「回」という漢字は、まわりめぐることを意味しています。

文５「微小」

とても小さいことを「微小」といいます。とても小さく、あるいは細く、肉眼でその存在を認めることが難しい場合に使います。例えば、「________生物」を観察するのが「顕微鏡」です。「顕微鏡」とは、微小なものを顕にする（見えるようにする）道具のことです。

文６「抵抗」

ここでは、「電気抵抗」の略語。電流の通りにくさの度合いを示す値を指します。一般に、外からの力に対し、負けまいと張り合い、さからうことを「抵抗」といいます（例：「権力に________する」）。また、素直に受け入れがたい気持ちを表します（例：「________を感じる」）。「抗」という漢字の「亢」はたかぶることを表し、「抗」は手を高く上げること、こばむことを表します。「抗」の字を使った言葉に「抗議、抗争、対抗、反抗」などがあります。

文６「一定」

いつも定まっていて変わることがないことを「一定」といいます。「________の量」、「「________の方式」などと使います。

文７「一様」

（比較・観察の対象が）どれを見てもよく似ており、変わった点がほとんど見られないこと、同一であること、同じさまを「一様」といいます。「________に分布する」とか「________に扱う」などと使います。「同様」もほとんど同じ意味です。

文８「通常」

特別の事情によらず行われること、普通であることを「通常」といいます。(⇔「特別」「臨時」)

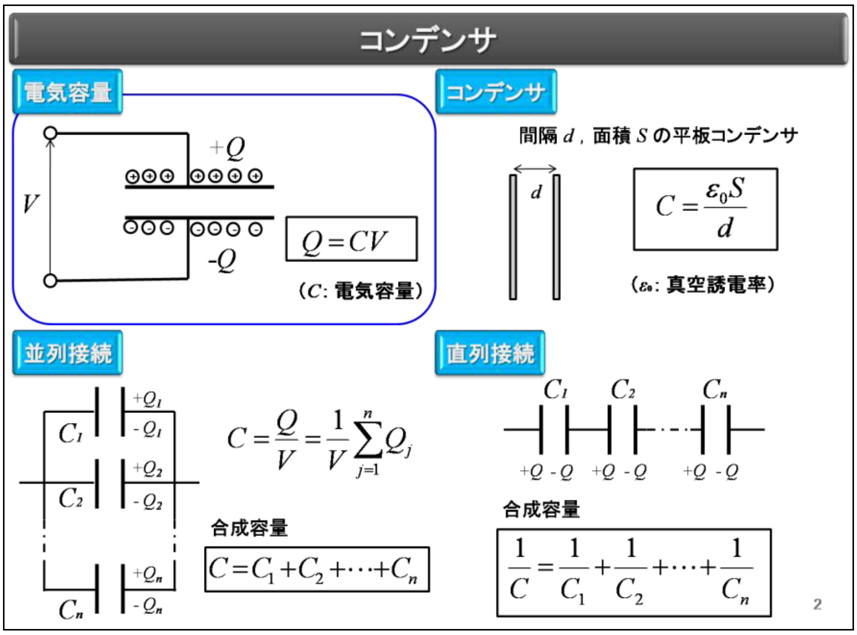
文 13「上昇」

上にのぼること、あがることを「上昇」といいます。(⇔「下降」「低下」)（例：「物価が________する」「人気________中」「________気流」）

文 14「大体」

細かなところは除いて主な点（場合）だけを取りあげることを表します。「目的は________達成した」とか「________は賛成できるが」などと使います。（＝「およそ」）

2. コンデンサ



1. コンデンサについて説明します.
2. 電圧 V をコンデンサ両端にかけ，電荷を蓄えることを考えます.
3. 蓄えることのできる電荷 Q と電位 V には，$Q=CV$ という関係があり，C を電気容量または静電容量と呼びます.
4. この式から，一定の電圧を与えたとき，C が小さいコンデンサは，少しの電荷しか蓄えられません.
5. 逆に，C が大きければこの逆で，電荷を蓄えやすくなります.
6. 右の図に示す平板コンデンサは，2枚の平行導体板をきわめて接近させて対置したものです.
7. コンデンサの電気容量は，極板の面積 S に比例し，間隔 d に反比例するため $C=\frac{\varepsilon_0 S}{d}$ と表すことができます.

1. I will explain about capacitor.
2. We discuss the storage of charges by giving voltage V to the terminals of a capacitor.
3. The stored charge Q and the voltage V has the relation $Q=CV$, where C is called capacitance.
4. We see from this relationship that, under a constant voltage, a capacitor with small C can store only small amount of charge.
5. On the contrary, a capacitor with larger C can store larger amount of charge.
6. The right figure is a parallel-plate capacitor where two conductor plates are closely positioned.
7. The capacitance of this capacitor is proportional to the area of plates S and inversely proportional to the distance between plates d. Therefore, it is

8. ここで，ε_0 は，真空誘電率といいます.

9. 次に，容量が C_1, C_2，…，C_n のコンデンサを並列接続することを考えます.

10. 並列につながれているため，すべてのコンデンサの両端は共通の電位差 V になります.

11. つまり $V = V_1 = V_2 = \cdots = V_n$ となります.

12. 各コンデンサの正極板に蓄えられる電荷を Q_1，Q_2，…，Q_n とすると，電荷 Q_i と V の間には $V = V_j = Q_j / C_j \, (j = 1,2,\cdots,n)$ という関係があります.

13. 一方，全体を一つのコンデンサと考えると，両極板に蓄えられている電荷は $\pm Q = \pm(Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n)$ であり，電位差は V であるから，その容量は $C = \dfrac{Q}{V} = \dfrac{1}{V}\sum_j Q_j$ となります.

14. ここで，$Q_j = C_j V_j = C_j V$ ですから

$C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$ が導かれます.

15. つまり，キャパシターを並列にした場合の容量は，各コンデンサの容量の和になります.

16. 次に，各コンデンサを直列につなぐことを考えます.

17. 全体の両端に電位差 V を与えた場合には，各コンデンサにかかっている電位差 $V_1, V_2, \cdots, V_n$ の和が全体の V になり，

$V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n$ となります.

expressed as $C = \dfrac{\varepsilon_0 s}{d}$.

8. Where ε_0 is called vacuum permittivity.

9. Next, we discuss parallel connection of capacitors with capacitances C_1, C_2, $\cdots$ and C_n.

10. In a parallel configuration, all capacitors have the same applied voltage.

11. Namely, $V = V_1 = V_2 = \cdots = V_n$.

12. If it is assumed that charges Q_1, Q_2, $\cdots$, Q_n are stored in the positive plates, the relationships $V = V_j = Q_j / C_j$ $(j = 1,2,\cdots,n)$ holds .

13. On the contrary, we consider a single capacitor to replace all the capacitors, then the stored charge is $\pm Q = \pm(Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n)$. Since the voltage is V, the capacitance is given by $C = \dfrac{Q}{V} = \dfrac{1}{V}\sum_j Q_j$.

14. Since the relations $Q_j = C_j V_j = C_j V$ hold, we obtain $C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$.

15. Namely, in a parallel configuration, the total capacitance is the sum of each capacitance.

16. Next, we discuss a series connection of capacitors.

17 When a potential difference V is applied at two terminals of the series, which is the sum of the potential difference of each capacitor $V_i (i = 1,...,n)$ and is given by $V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n$.

18. このとき各コンデンサの極板に表れる電荷がすべて共通になります.

19. したがって，それを$\pm Q$とすると，$V_1 = Q/C_1$，$V_2 = Q/C_2$，…，$V_n = Q/C_n$という関係があるため，

$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \cdots + \frac{Q}{C_n}$$
$$= Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}\right)$$

が得られます.

20. これ全体を一つのコンデンサとみると，両端から取り出せる電荷の量は$\pm Q$で電位差がVなので，その容量をCとすると$V = Q/C$となります.

21. したがって，$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}$

となります

18 A common charge appears in each plates of capacitors.

19. We denote this charge by $\pm Q$. From the relationship $V_1 = Q/C_1$，$V_2 = Q/C_2$，…，$V_n = Q/C_n$, we can obtain

$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \cdots + \frac{Q}{C_n}$$
$$= Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}\right)$$

20. If we consider a single capacitor in place of all the capacitors of the series, the charge existing in the two outer terminals is $\pm Q$ and the voltage between these terminals is V, the total capacitance if given by $V = Q/C$.

21. Therefore, we can obtain $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}$.

キーワード

・電気容量　・静電容量　・真空誘電率

日本語解説

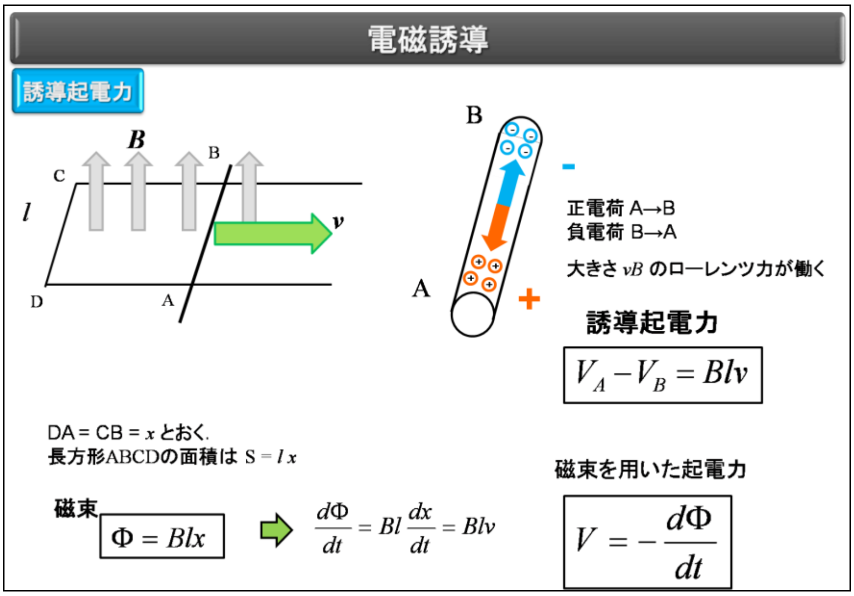
文２「蓄える」

金銭・物・体力などを後に役立てるためにためておくことを「蓄える」といいます。「貯える」とも書きます。「蓄」という漢字は、「艹」（草）を「畜」（かばっておく）こと、つまり、越冬のために野菜をためておくことを表しています。「蓄」の字を使った言葉に「蓄積、蓄財、蓄蔵、貯蓄」などがあります。

文３「容量」

ここでは、電気容量の略語。一般に、器物などの中に入れることができる分量を「容量」といいます。「容」という漢字の「宀」は家を、「谷」は口を表し、家や口のように多くのものを入れることを意味します。

3. 電磁誘導



1. たとえば, コイルに磁石を近づけたり, 遠ざけたりすると, 電流が誘起されます.

1. For example, when a magnet approaches to or leave from a conductor coil, electric current is induced.

2. 1831年にファラデーが発見したこの現象を電磁誘導といい, 発電機の原理になっているきわめて重要な現象です.

2. This phenomenon found by Faraday in 1831 is called electromagnetic induction. This is a very important phenomenon which is used in generators as a fundamental principle.

3. もっとも簡単な場合として, 図のように, 一様な磁場 ***B*** の中で, これに垂直に長方形の回路を置き, その一片を速さ v で動かすことを考えます.

3. As a simpler case, we put a rectangular circuit in a uniform magnetic field ***B*** and move one of the sides with a constant speed v.

4. 導線AB内には正電荷をもった粒子と負電荷をもった粒子がたくさん存在します.

4. In a conductor wire AB, there are many particles with positive charge and with negative charge.

5. そして, AB が動けばそれらも磁場内で運動することになるから, 磁場からローレンツ力を受けます.

5. If AB moves, these particles also move in the magnetic field and the Lorentz force acts on these particles.

6. この力は, 正電荷に対しては B から A, 負電荷に対しては A から B の向きに働きます.

6. The direction of this force is from B to A for a positive charge and from A to B for a negative charge.

7. q クーロンの電荷に働くこのローレンツ力の強さは，qvB に等しくなります．1クーロンについては vB で，これが電界の強さ E です．

7. The magnitude of this Lorentz force acting on a charge of q Coulomb is equal to qvB. To 1 [C], this force is represented by vB and this corresponds to the intensity of electric field E.

8. これにより，電子が B の側にたまれば A よりも低電位になります．

8. If electrons move toward B due to this force, the potential at B becomes lower than that at A.

9. そこで A と B の距離を l [m]とすると，1 [C]の正電荷を B から A へ動かすのに要する仕事が電位差で，それは $V_A - V_B = vBl$ となります．

9. Let the distance between A and B be l [m]. The potential difference which is the work necessary to bring a positive charge of 1[C] from B to A is equal to $V_A - V_B = vBl$.

10. したがって，針金AB の運動によって生じた誘導起電力は vBl となります．

10. Therefore, the induced electromotive force (EMF) due to the motion of the wire is vBl.

11. いま，DA = CB = x とおくと長方形ABCD の面積は $S = lx$ になります．

11. The area of rectangle ABCD with DA = CB = x is $S = lx$.

12. 磁場の中でそれに垂直な面積に磁束密度 $\boldsymbol{B}$ の大きさを掛けたものを，その面を通る磁束と呼びます．

12. The product of the magnetic field vector $\boldsymbol{B}$ and an element of area perpendicular to the direction of magnetic field is called flux through the area.

13. そうすると，長方形ABCD を通る磁束は $\Phi = Blx$ となります．

13. Then, the flux through the rectangle ABCD is $\Phi = Blx$.

14. ここで，磁束を時間で微分すると $\frac{d\Phi}{dt} = Bl\frac{dx}{dt} = Blv$ となり，誘電起電力の大きさに等しくなります．

14. By differentiating this flux by time, we have $\frac{d\Phi}{dt} = Bl\frac{dx}{dt} = Blv$. This is equal to the magnitude of the induced EMF.

15. 図のように回路を上向きに貫く磁束が増すとき，生じる起電力は A→D→C→B という向きであります．

15. When the flux directing upward as shown in the figure increases, an EMF appears in the direction A→D→C→B.

16. これは上向きの右ねじが前に進むように回転する向きとは反対になっています．

This is in direction opposite to the rotating direction of the right-handed screw facing upward.

17. このような向きで表すため，図のような磁束の時間変化$d\Phi/dt$ が正のとき，起電力の向きは負であると考えます．

In such a case, we consider that the direction of the EMF is negative assuming that $d\Phi/dt$ is positive.

18. よって起電力は，向きも考慮して $v=-\dfrac{d\Phi}{dt}$ と表すことができます．

Therefore, we can represent EMF as $v=-\dfrac{d\Phi}{dt}$ including the direction.

キーワード

・電磁誘導　・ローレンツ力　・誘導起電力

日本語解説

題「誘導」

ここでは、電気・磁気が、その電場・磁場である物体に作用をおよぼすことを表します。一般に、人や物を誘って、ある場所・状態に導くことを「誘導」といいます。

文１「誘起される」

「誘起する」の受身形。「誘起する」は、誘い起こすという意味です。

文２「原理」

物事を成り立たせる、根本的な法則（規則）を「原理」といいます。「てこの＿＿＿＿」や「多数決の＿＿＿＿」が有名です。

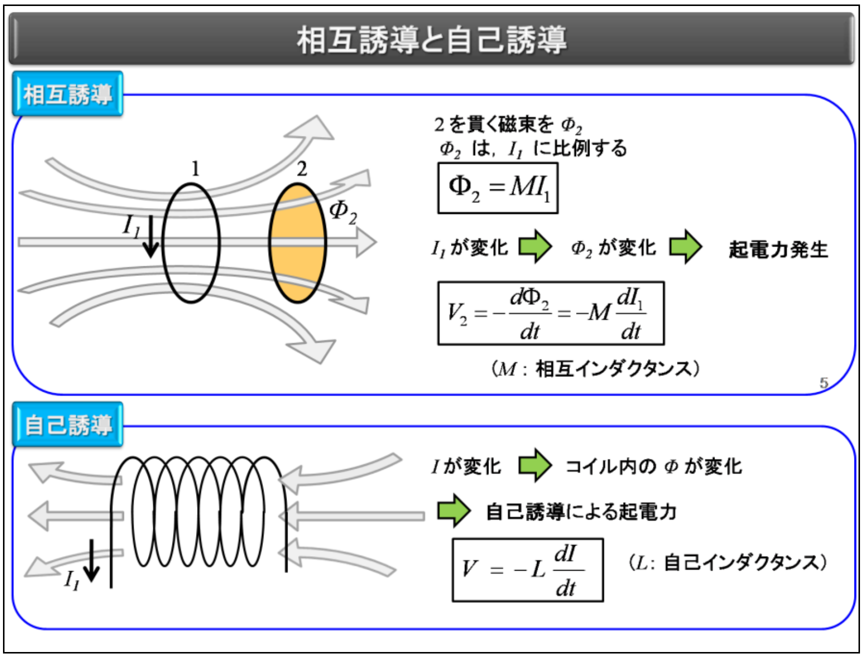
文４「粒子」

物質を構成する細かい粒の一つ一つを「粒子」といいます。「粒」という漢字の「立」は、立つことを表し、「粉」と違って、一つ一つが独立した形を持つことを表しています。

文 12「束」

「束」という漢字は「束」とも読みます。細長いものや平たいものを、ひもや紙などで一まとめにくくったものを「束」といいます。そこから、動きがとれないように締めつけることを表すようになりました。「束」の字を使った語に「束縛、結束、拘束、約束」などがあります。

4. 相互誘導と自己誘導



1. 2つのコイル1, 2があって，1を流れる電流 I_1 のつくる磁場のうち，2を貫く磁束を Φ_2 とすると，Φ_2 は I_1 比例するため，$\Phi_2 = MI_1$ となります．

1. There are two coils. A part of flux made by the current I_1 in coil 1 passes coil 2 and we represent it by Φ_2. Since Φ_2 is proportional to I_1, we express the relation as $\Phi_2 = MI_1$.

2. そこで，I_1 を時間的に変化させると Φ_2 も変化するので，電磁誘導によってコイル2に誘導起電力を生じ，
$V_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -M\frac{dI_1}{dt}$ となります．

2. When I_1 changes with time, Φ_2 also changes and therefore an induced EMF is generated in coil 2 due to the electromagnetic induction. We have $V_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -M\frac{dI_1}{dt}$.

3. この現象を相互誘導と呼び，比例定数 M を相互インダクタンスと呼びます．

3. This phenomenon is called mutual induction and the proportional constant M is called the mutual inductance.

4. 次に，コイルが1つの場合を考えます．

4. Next, we consider the case of one coil.

5. コイルに流れる電流が変化する場合には，その電流の作る磁場が変化し，それが電磁誘導で逆起電力を生じ，電流自身を妨げ

5. When a current in a coil changes, the magnetic field made by the current changes. This variation generates an EMF

ることになります.

in the same coil due to the electromagnetic induction, which resists the current.

6. これを自己誘導(じこゆうどう)といいます.

6. This phenomenon is called self-induction.

7. 電流(でんりゅう)をIとすると，磁束(じそく)はIに比例(ひれい)するから，誘導起電力(ゆうどうきでんりょく)は$-dI/dt$に比例(ひれい)します.

7. Let the current be I. Since magnetic flux is proportional to current I, the inductive EMF is proportional to $-dI/dt$.

8. したがって，このような回路(かいろ)では，コイルのところに$V=-L\dfrac{dI}{dt}$という起電力(きでんりょく)をもった電池(でんち)を挿入(そうにゅう)したのと同(おな)じです.

8. Therefore, such a circuit is equivalent to a circuit from a battery which has the EMF of $V=-L\dfrac{dI}{dt}$.

9. マイナスは，誘導起電力(ゆうどうきでんりょく)が電流(でんりゅう)の変化(へんか)を妨(さまた)げる向(む)きに生(しょう)じていることを表(あらわ)しています.

9. The negative sign means that the EMF is generated in the direction such as to resist the change in the current I.

10. 比例定数(ひれいていすう)Lを, そのコイルの自己(じこ)インダクタンスといいます.

10. The proportional constant L is called the self-inductance of the coil.

キーワード

・相互誘導　・相互インダクタンス　・自己誘導　・自己インダクタンス

日本語解説

題「相互(そうご)」

互(たが)いに関係(かんけい)のある両方(りょうほう)の側(がわ)、そのどちらの側(がわ)からも同(おな)じような働(はたら)きかけがあることを「相互(そうご)」といいます。「________に協力(きょうりょく)し合(あ)う」とか「________に依存(いぞん)する」のように、「お互(たが)いに」と同(おな)じ意味(いみ)で使(つか)います。

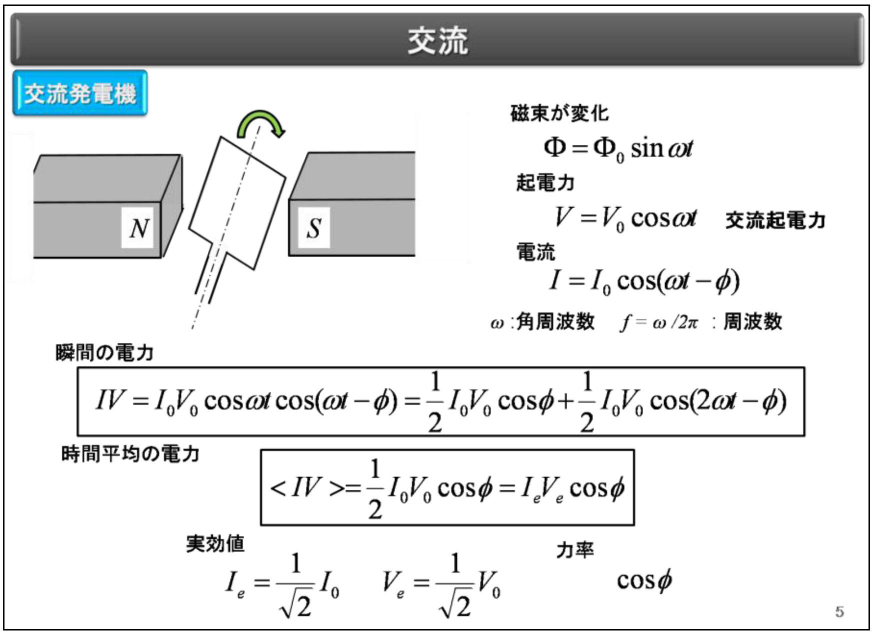
題「自己(じこ)」

自分自身(じぶんじしん)を表します。「己(こ)」という字は「己(おのれ)」とも読(よ)みます。「自己(じこ)」という語(ご)を使(つか)った言葉(ことば)に「自己紹介(じこしょうかい)、自己暗示(じこあんじ)、自己嫌悪(じこけんお)」などがあります。

文５「妨(さまた)げる」

物事(ものごと)の進行(しんこう)をやめさせるような働(はたら)きを何(なに)かにすることを「妨(さまた)げる」といいます。音読(おんよ)みは「妨(ぼう)」です。（例(れい)：「妨害(ぼうがい)」）「妨(ぼう)」という漢字(かんじ)の「方」は左右(さゆう)に突(つ)き出(だ)すことを表(あらわ)し、手(て)を左右(さゆう)に突(つ)き出(だ)し、じゃまをすることを表(あらわ)しています。

5. 交流



1. 電磁誘導を利用した発電機では，磁場内でコイルを回転したり，その逆に静止したコイルの中で磁石を回したりします．
2. それにより，コイルを通る磁束が $\Phi = \Phi_0 \sin \omega t$ のように変化し，誘導起電力をつくります．
3. この場合に得られる起電力は，時間的に $V = V_0 \cos \omega t$ のように変化する交流起電力となります．
4. このような電源を用いた場合には，回路を流れる電流も $I = I_0 \cos(\omega t - \phi)$ のように周期的に変化します．
5. ここで，ω を角周波数，$f = \omega / 2\pi$ を周波数と呼びます．

1. In a generator which utilizes the electromagnetic induction, a coil rotates in a magnetic field or a magnet rotates in a coil.
2. Due to this mechanism, the flux passing through the coil varies as $\Phi = \Phi_0 \sin \omega t$ and an induced EMF is produced.
3. In this case, the EMF is an alternate EMF which varies as $V = V_0 \cos \omega t$.
4. When such a source is used, the current in a circuit varies periodically as $I = I_0 \cos(\omega t - \phi)$.
5. Where ω is called angular frequency and $f = \omega / 2\pi$ is called frequency.

6. 交流電圧のかかっている回路に，交流電流が流れている場合，単位時間に消費されるエネルギーは

$$IV = I_0V_0\cos\omega t\cos(\omega t-\phi)$$
$$=\frac{1}{2}I_0V_0\cos\phi+\frac{1}{2}I_0V_0\cos(2\omega t-\phi)$$

であり，これを瞬時電力といいます．

6. When an alternate current flows in a circuit with an alternate voltage, the energy consumed per unit time is represented by

$$IV = I_0V_0\cos\omega t\cos(\omega t-\phi)$$
$$=\frac{1}{2}I_0V_0\cos\phi+\frac{1}{2}I_0V_0\cos(2\omega t-\phi)$$

This is called an instantaneous power.

7. 時間平均をとると，最後の項は正負が打ち消して 0 になってしまいますから，平均消費電力は，$<IV>=\frac{1}{2}I_0V_0\cos\phi$ と表されます．

7. When this is averaged in time, the second term cancels itself and the average power is given by

$$<IV>=\frac{1}{2}I_0V_0\cos\phi.$$

8. 正弦波交流では，電圧でも電流でも，振幅の $1/\sqrt{2}$ 倍を実効値と呼びます．

8. In a sinusoidal alternate current, $1/\sqrt{2}$ times the amplitude of a voltage or a current is called an effective value.

9. 電流と電圧の実効値をそれぞれ I_e，V_e とすると，$I_e=\frac{1}{\sqrt{2}}I_0$，$V_e=\frac{1}{\sqrt{2}}V_0$ であるので

$<IV>=I_eV_e\cos\phi$ と書かれます．

9. Since effective value I_e of a current and that V_e of a voltage are given by $I_e=\frac{1}{\sqrt{2}}I_0$ and $V_e=\frac{1}{\sqrt{2}}V_0$, the average power is written as $<IV>=I_eV_e\cos\phi$.

9. $\cos\phi$ を力率といい，電流と電圧の間に位相差 ϕ があるために生じる因子です．

9. The quantity $\cos\phi$ is called a power factor which arises due to the difference in phase ϕ between a current and a voltage.

キーワード

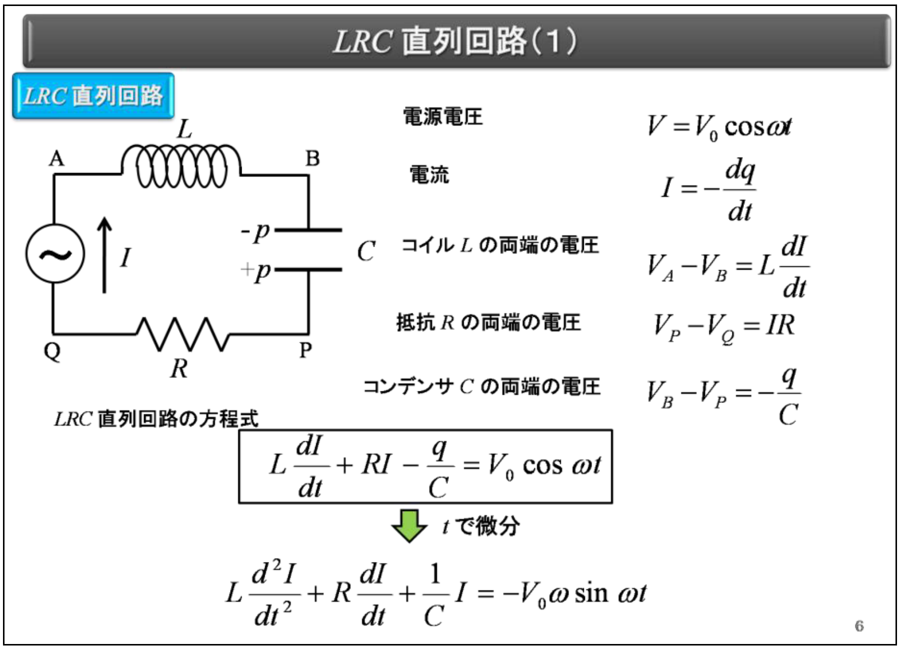
・交流起電力　・角周波数　・周波数　・実効値　・力率

日本語解説

題「交流」

ここでは、周期的に流れの向きを変える電流のことを指します。一般に、異なる地域・組織・系統に属する人やものが、互いに行き来し、入りまじることを「交流」といいます。「交流」という語を使った言葉に「文化交流、人事交流、交流会」などがあります。

6. RLC直列回路(1)



1. 交流回路で最も重要なのは，図のように，インダクタンス L のコイル，抵抗 R の抵抗，容量 C のコンデンサを直列につないだものです．
2. A→B→P→Q の向きを正の向きと定め，電源電圧を $V = V_0 \cos\omega t$ とするとき，ある瞬間に流れている電流を I，コンデンサの両端にたまっている電荷を $\pm q$ とします．
3. 図のように q の符号を定めると，$q > 0$ のときにはコンデンサは回路に正の向きで電流を流そうとします．
4. 電流 I が dt 時間だけ流れると，Idt だけの電荷が $+q$ の極板から流出し，$-q$ の極板に流入するから，$dq = -Idt$ となります．

1. The most important circuit for an alternate current is the RLC (or LCR) series circuit where an inductor, a resistor and a capacitor are connected in series.
2. We take the direction A→B→P→Q as the positive direction. Let the voltage of the power supply be $V = V_0 \cos\omega t$, the current be I and the charge in the plates of a capacitor be $\pm q$.
3. If the sign of q is determined as shown in the figure, the capacitor produces a current in the positive direction when $q > 0$.
4. When a current I flows during period of time dt, charge Idt flows out from the plate with $+q$ and flows into the plate with $-q$. Therefore we have $dq = -Idt$.

5. つまり，$I=-\dfrac{dq}{dt}$ という関係が成立します.

5. Then we have $I=-\dfrac{dq}{dt}$.

6. いま, この回路を 1周りした時の電位の昇降を考えます.

6. Let's consider the variation of the voltage along this circuit.

7. まず，コイル L の両端には $-LdI/dt$ だけの起電力が発生しているので，$V_A-V_B=L\dfrac{dI}{dt}$ が成り立ちます.

7. Since EMF of magnitude $-LdI/dt$ generates between two terminals of the inductor L, we have $V_A-V_B=L\dfrac{dI}{dt}$.

8. 次に，抵抗については，各瞬間にオームの法則が成り立っていて，$V_P-V_Q=IR$ となります.

8. Concerning the resistor, we have $V_P-V_Q=IR$ from Ohm's law.

9. コンデンサについては，$V_B-V_P=-\dfrac{q}{C}$ が成り立っています.

9. Concerning the capacitor, we have $V_B-V_P=-\dfrac{q}{C}$.

10. 以上のことから，コイル，抵抗，コンデンサの電圧を合計したものが電流の電圧に等しいから，

$$L\frac{dI}{dt}+RI-\frac{q}{C}=V_0\cos\omega t$$ が得られます.

10. Since the sum of voltages in the inductor, the resistor and the capacitor is equal to the voltage of the power supply, the following relation holds:

$$L\frac{dI}{dt}+RI-\frac{q}{C}=V_0\cos\omega t$$

11. この式を t で微分し，$I=-dq/dt$ を用いると，$L\dfrac{d^2I}{dt^2}+R\dfrac{dI}{dt}+\dfrac{1}{C}I=-V_0\omega\sin\omega t$ という微分方程式になります.

11. Differentiating this expression by t and using the relation $I=-dq/dt$, we have the following differential equation.

$$L\frac{d^2I}{dt^2}+R\frac{dI}{dt}+\frac{1}{C}I=-V_0\omega\sin\omega t.$$

キーワード

・交流回路　　・微分方程式

日本語解説

題「直列」

抵抗・コンデンサなどを一列につなぐことを「直列」といいます。(⇔「並列」)「直」という漢字は、まっすぐなこと、曲がっていないことを表します。

文２「瞬間」

「瞬」という漢字は、まばたきすることを表し、「瞬間」とは、まばたきする間、すなわち、非常に短い時間を表します。「瞬」の字を使った言葉に「瞬時、一瞬」があります。

文４「流出」「流入」

「流出」は流れて外へ出ること、「流入」は外から流れこむことを表します。同じように、「出」と「入」を使った対の言葉に「輸出⇔輸入、移出⇔移入、搬出⇔搬入、転出⇔転入」などがあります。

文７「両端」

両方の端を「両端」といいます。「両」とは、相対して一組となるものの双方を指します。「両」という漢字は、はかりの二つのおもりを表しており、二つであることを表しています。「両」の字を使った言葉に「両方、両親、両極、両天秤」などがあります。

文８「各」

「各」は名詞の前に付いて、それぞれ（の）という意味を表します。「各種、各国、各地、各団体」などのように使います。

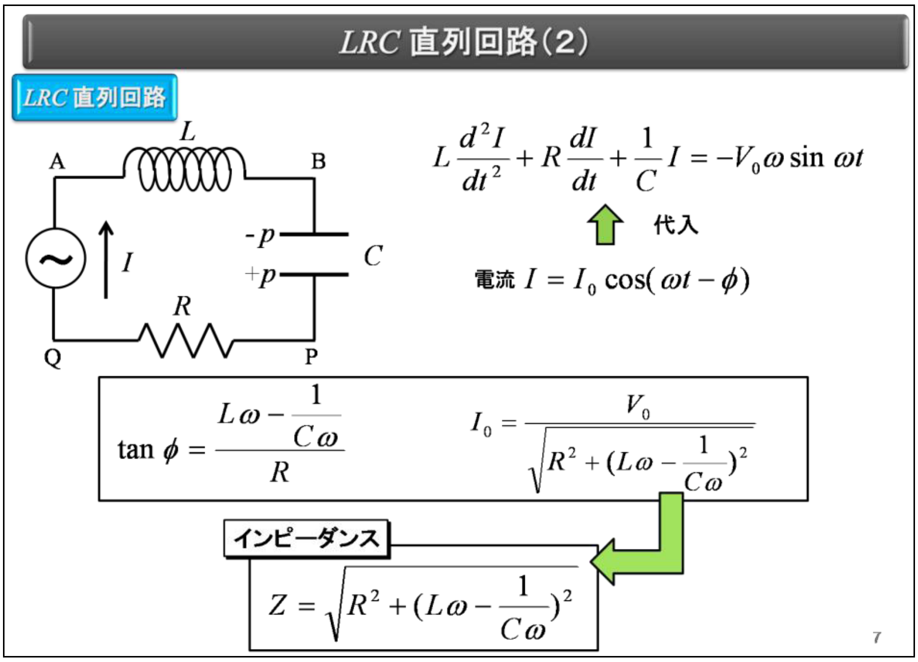
文 10「以上のことから、～が得られます」

この文型は、その前の分析の内容をまとめ、結論を整理するときに使います。結論を示す動詞には、「得られる」の他に「分かる」も使います。

例：以上のことから、生物学的に女性は男性よりも強いという結論が得られました。

☞「講義に役立つ日本語」

7. RLC 直列回路(2)



1. LRC 直列回路の方程式の定常的な解を求めることを考えます.

2. 電流を $I = I_0\cos(\omega t - \phi)$ として LRC 直列回路の方程式

$$L\frac{d^2 I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C} = -V_0\omega\sin\omega t$$

に代入します.

3. それによって, I_0 と ϕ は

$$I_0 = V_0 / \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{c\omega})^2},$$

$$\tan\phi = \left(L\omega - \frac{1}{c\omega}\right) / R$$ となります.

4. この式で $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{c\omega})^2}$ は, 直流の場合の抵抗を一般化したものと考えられ, この回路のインピーダンスまたは交流抵抗と呼ばれます.

1. Here, we will derive the steady state solution of a LRC series circuit

2. We substitute the assumed solution $I = I_0\cos(\omega t - \phi)$ into the following differential equation for a LRC series circuit

$$L\frac{d^2 I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C} = -V_0\omega\sin\omega t$$

3. From this, we obtain the solutions for I_0 and ϕ as follows,

$$I_0 = V_0 / \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{c\omega})^2}$$

$$\tan\phi = \left(L\omega - \frac{1}{c\omega}\right) / R$$

4. In this expression,

$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{c\omega})^2}$ is considered as a generalized resistance of R in a DC circuit. It is called an electrical impedance, or simply impedance.

5. コイルがなく，コンデンサも入っていなければ，$L=0$，$1/C=0$ となり， $Z=R$ となります.

5. In a case of a circuit with no inductor and no capacitor, we obtain $Z=R$ by putting $L=0$ and $1/C=0$.

キーワード

・インピーダンス　　・交流抵抗

日本語解説

文１「定常」

一定して変わらないことを「定常」といいます。「定常状態」「定常電流」「定常波」など、物理学ではよく使われます。よく似た言葉に「通常」があります。「通常」とは、普通であること、いつも通りであることを表します。日常的には「通常」の方がよく使われます。

文１「解」

ばらばらに分けること、分かること、ほどくことを「解」という字で表します。「解」という漢字は、「牛」と「角」と「刀」からなり、刀で牛を割くことを表します。「解」の字を使った言葉に「解釈、解析、解体、解散、解放、理解、弁解、誤解」などがあります。

文２「代入する」

代数式において、ある文字を他の文字・式または数値で置き換えることを「代入する」といいます。「代」の字を使った言葉に「代理、代弁、代償」などがあります。

文４「一般」

広く認められ、成り立つこと、ごく当たり前であることを「一般」といいます。「一般」という言葉は日常的によく使います。例えば、「一般化」とは、特殊なものを捨てて共通のものを残すことによって普遍的なもの（概念・法則）を作ることをいいます。また、「一般人」とは、ごく普通の人を指します。ただし、「一般論」という言葉には、個別的・具体的な問題を論じないで、一般的な事柄だけを論じる議論という否定的なニュアンスもあります。

8. 電気振動(1)

電気振動(1)

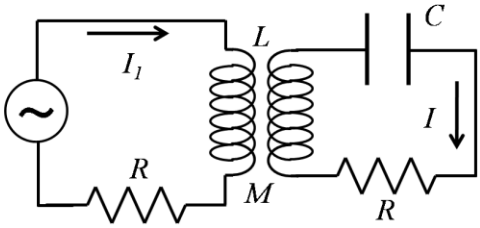
同調回路

回路(Ⅰ)の電流

$$I_1 = I_{01}\cos\omega t$$

回路(Ⅱ)の方程式

$$\boxed{L\frac{dI}{dt} + M\frac{dI_1}{dt} + RI - \frac{q}{C} = 0}$$



t で微分

$$L\frac{d^2I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C}I = -M\frac{d^2I_1}{dt^2}$$

$I_1 = I_{01}\cos\omega t$ を右辺に入れる

$$\boxed{L\frac{d^2I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C}I = MI_{01}\omega^2\cos\omega t}$$

8

1. 今度は，相互インダクタンスを含む回路として図のような場合を考えます．
2. 回路(Ⅰ)には交流電源によって $I_1 = I_{01}\cos\omega t$ の形の電流が流れているものとします．
3. これと相互インダクタンス M で結合されている回路(Ⅱ)には，抵抗 R，コンデンサ C，自己インダクタンス L のコイルを持っているものとします．
4. 回路(Ⅱ)に流れる電流を I とすると，
$$L\frac{dI}{dt} + M\frac{dI_1}{dt} + RI - \frac{q}{C} = 0$$
が成り立ちます．
5. その式を t で微分すれば，
$$L\frac{d^2I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C}I = -M\frac{d^2I_1}{dt^2}$$
となります．

1. Next, I will explain about a circuit with a mutual inductance as shown in the figure.
2. In circuit (I), it is assumed that a current flows in the form $I_1 = I_{01}\cos\omega t$.
3. Circuit (II) which is connected with circuit (I) through the mutual inductance M has a resistor R, a capacitor C and an inductor with mutual inductance L.
4. Current I in circuit (II) satisfy the following differential equation.
$$L\frac{dI}{dt} + M\frac{dI_1}{dt} + RI - \frac{q}{C} = 0$$
5. Differentiating this by t, we obtain
$$L\frac{d^2I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C}I = -M\frac{d^2I_1}{dt^2}$$

6. そして，$I_1 = I_{01}\cos\omega t$ を右辺に入れれば

$$L\frac{d^2I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C}I = MI_{01}\omega^2\cos\omega t$$ という

強制振動の方程式になります.

Substituting $I_1 = I_{01}\cos\omega t$ into the right-hand side of this equation, we obtain the following equation for a forced oscillation.

キーワード

・強制振動,　　・相互インダクタンス

日本語解説

題「振動」

ここでは、電流の強さがある一定値を中心に周期的に値を変えることを「振動」といいます。一般に、揺れ動くこと、振り動かすこと、また、その揺れを「振動」といい、「車体が________する」のように使います。

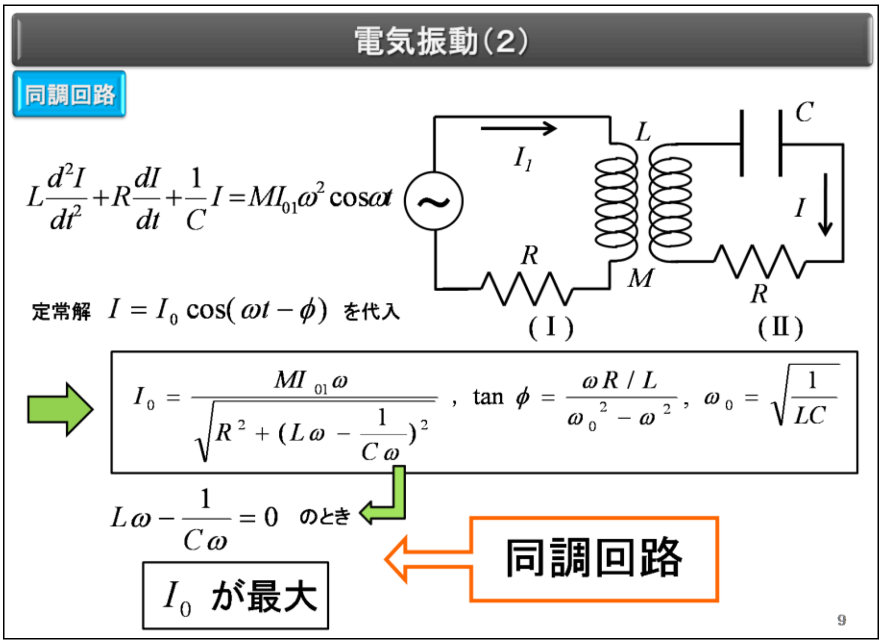
文３「結合」

結び合うこと、結び合わせて一つにすることを「結合」といいます。「結」という漢字の「吉」はしっかり締めることを表し、「結」という字は糸をしっかり結ぶことを表しています。「結」という字を使った言葉に「結婚、結果、結成、団結、直結、凍結」などがあります。

文６「強制」

一般に、力によって他人を従わせることを「強制」といい、「寄付を________する」のように使います。「強制」を使った言葉に「強制執行、強制収容所、強制送還、強制労働」などがあります。

9. 電気振動(2)



1. 前のスライドで，相互インダクタンスを含む回路より，強制振動の方程式

$$L\frac{d^2I}{dt^2}+R\frac{dI}{dt}+\frac{1}{C}I=MI_{01}\omega^2\cos\omega t$$

が得られました．

2. この方程式の定常解を $I=I_0\cos(\omega t-\phi)$ と置き，上の式に代入して I_0 と ϕ を決めれば

$$I_0=MI_{01}\omega/\sqrt{R^2+(L\omega-\frac{1}{C\omega})^2},$$

$$\tan\phi=\frac{\omega R/L}{\omega_0{}^2-\omega^2}$$

となります．ここに

$$\omega_0=\sqrt{\frac{1}{LC}}$$

とおいてあります．

3. I_0 の式より，

$$L\omega-\frac{1}{C\omega}=0$$

になったとき I_0 が最大になります．

1. In the previous slide, we obtained the following equation for a circuit with a mutual inductance.

$$L\frac{d^2I}{dt^2}+R\frac{dI}{dt}+\frac{1}{C}I=MI_{01}\omega^2\cos\omega t$$

2. Substituting the assumed steady-state solution $I=I_0\cos(\omega t-\phi)$ into this equation, we can obtain

$$I_0=MI_{01}\omega/\sqrt{R^2+(L\omega-\frac{1}{C\omega})^2}$$

$$\tan\phi=\frac{\omega R/L}{\omega_0{}^2-\omega^2},\quad \text{where}\quad \omega_0=\sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

3. From the expression for I_0, we know that I_0 becomes maximum when

$$L\omega-\frac{1}{C\omega}=0.$$

4. このときには$\omega = \omega_0 = \left(\frac{1}{\sqrt{LC}}\right)$となるから，共鳴が起こっていることになります.

4. This phenomena is called resonance which occurs at $\omega = \omega_0 \left(= \frac{1}{\sqrt{LC}} \right)$.

5. このような回路を同調回路といいます.

5. Such a circuit is called a tuned circuit.

キーワード

・共鳴　　・同調回路

日本語解説

文４「共鳴」

ここでは、電気振動回路に固有振動と等しい振動を外部から加えたとき、大きい振幅で振動することを「共鳴」といいます。その意味から転じて、一般に、他人の思想や意見に強く同感することを「共鳴」といい、「ガンジーの非暴力主義に________する」のように使います。

文４「〜（ている／ていない）ことになる」

そのような解釈が成り立つ、という帰結を表す文末表現です。

例：その実験の結果から、安全が保障されていることになりました。
　　現在の年金制度では、私たちの老後の生活は保障されていないことになります。

☞「講義に役立つ日本語」

文５「同調」

ここでは、電気振動回路を外部からの振動に共鳴するように調整することを「同調」といいます。一般に、他のあるものと同じ調子であること、調子を合わせること、また、他と同じ意見・態度になることを「同調」といいます。ただし、その意見・態度に同感しないまま、自分の立場を守るために「同調」することもあるので、「共鳴」よりも同感の程度は小さくなります。