

知能・機能創成工学：電気・磁気学

必要とされる知識、能力

電気・磁気現象を理解する上で必要となる電磁気学の基本法則の知識、ならびにそれを応用する能力を問う。具体的には、マクスウェルの方程式を中心として、静電場（クーロンの法則、ガウスの法則）、静磁場（アンペールの法則、ビオ・サバールの法則、ローレンツ力）、電磁誘導、電磁波、電場・磁場のエネルギーと仕事、さらに直流・交流回路、磁気回路に関する幅広い問題が出題される。

You are required to have knowledge about a basic law of electromagnetism to be necessary to understand an electromagnetic phenomenon and ability to apply it to.

A wide range of problems are made questions mainly on Maxwell's equations, an electrostatic field (Coulomb's law, Gauss's law), static magnetic field (Amperes law, Biot-Savart's law, Lorentz force), electromagnetic induction, electromagnetic wave, energy and work of electric field / magnetic field, direct current / interchange circuit, and magnetic circuit.

教科書、参考書など

1. Electricity and Magnetism / EDWARD M. PURCELL
Berkeley Physics Course Volume 2
2. 電磁気学の考え方 / 砂川重信
岩波書店
3. 電気磁気 / 西巻正郎
森北出版

模擬問題

問題 1

(1)マクスウェルの方程式を記述し，その物理的意味を説明せよ。

ただし，次の記号を利用すること．磁界： \mathbf{H} ，電界： \mathbf{E} ，磁束密度： \mathbf{B} ，電束密度： \mathbf{D} ，電流密度： \mathbf{J} ，透磁率： μ ，導電率： σ ：電荷密度： ρ ，誘電率： ϵ

(2)真空中で，電界 $\mathbf{E} = E_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{j}$ のとき，ファラデーの法則を用いて，電束密度 \mathbf{D} ，磁束密度 \mathbf{B} を求めよ。

ただし， \mathbf{j} は座標 x, y, z に沿っての単位ベクトル $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$ の y 軸成分である。

Problem 1

(1)Describe Maxwell's equations using the following signs and explain their physical meanings.

Where, magnetic field intensity: \mathbf{H} , electric field intensity: \mathbf{E} , magnetic flux density: \mathbf{B} , electric flux density: \mathbf{D} , current density: \mathbf{J} , magnetic permeability: μ , conductivity: σ , charge density: ρ , dielectric constant: ϵ

(2)Answer electric flux density \mathbf{D} and magnetic flux density \mathbf{B} using Faraday's law when it is supposed to be a vacuum and the electric field intensity can be expressed as $\mathbf{E} = E_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{j}$

Where, \mathbf{j} is y-axis component of unit vector $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$ along x, y, z, axis, respectively.

問題 2

図に示すように、 $+Z$ 方向に一様な磁界中（磁束密度 B ）で、2本の導線を x 方向に間隔 L で平行に並べ、左端に抵抗 R をつないだ。この2本の上に y 軸と平行に導体棒 $P-Q$ をのせ、一定の速さ v で $+x$ 方向へ動かした。接触部の摩擦および R 以外の電気抵抗は無視する。

- (1) この閉回路に生じる誘導起電力を求めよ。
- (2) 導体棒を流れる電流のベクトル（大きさと向き）を求めよ。
- (3) 導体棒を速さ v で動かすのに必要な力のベクトル（大きさと向き）を求めよ。
- (4) 抵抗での消費電力と棒を動かす外力の仕事率が等しいことを示せ。

Problem 2

As shown in figure, two conducting wire are arranged in parallelism (x direction) away from distance of L in uniform magnetic field (magnetic flux density: B , $+Z$ direction) and connected to electrical resistance R at the left edge. The conductor bar $P-Q$ is set on these two in parallel with y -axis and moved to $+x$ direction in constant velocity v . Where, contact friction and electrical resistance except R are ignored.

- (1) Answer the induced electromotive force of this closed circuit.
- (2) Answer the current vector (magnitude and direction) flowing through the conductor bar.
- (3) Answer the necessary force vector (magnitude and direction) to move the conductor bar in velocity v .
- (4) Show that power of external force to move the conductor bar is equal to dissipation power of electrical resistance R .

