

[ 第 10 回目 ] マックスウエル方程式と電磁波

考える内容

- ・ 電磁気の基本法則のまとめ  
物理用語

- ・ 変位電流 (密度)  $i_d = \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$

今日の授業の目標

マックスウエル方程式

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \mathbf{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \operatorname{div} \mathbf{B} &= 0 \\ \operatorname{rot} \mathbf{B} &= \mu_0 \left( \mathbf{i} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \\ \operatorname{rot} \mathbf{E} &= - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \end{aligned}$$

他に

電場・磁場の定義

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} + q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

電荷の保存則

$$\operatorname{div} \mathbf{i} = - \frac{\partial \rho}{\partial t}$$

ニュートン力学 (運動方程式) と両立しない      特殊相対性理論 [ 統合 ]

**電磁波** = 電磁場の変化は波として伝わる (「場」という新しい実在の発見)

電磁波の速さ  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s} = \text{光速度}$

問い 「光は、波か粒子か？」

光は波 (電磁波) である

(しかし、それで完全な答えか?)      量子力学 [ 光量子 ]

次回予定 [ 第 11 回目 ] 光電効果と光量子 (教科書 160 ページまで)

\*\*\*\*\*

**レポート問題** 第 10 回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

**数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること!**

マックスウエル方程式の 4 つの式を書け。[ 教科書 141 ページの式 (5.51)(5.94)(5.123)(5.118) ]

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}$  と  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$  の数値を用いて光速度  $c$  を計算せよ。[ 教科書の式 (5.136) を参照 ]

$\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$  の単位が、速度の単位 m/s となることを示せ。

電磁場の変化が空間を伝わっていく波を何というか。その種類を 3 つ以上あげよ。

電気と磁気のクーロンの法則はそれぞれ  $F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2}$ ,  $F_m = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{q_m Q_m}{r^2}$  と表される。

ここで、電荷の単位 C と磁荷の単位 Wb は、独立には決められない。その理由はなにか。

解答用紙 学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること！





$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{\quad \cdot \quad}} =$$

単位はそれぞれ,  $[\epsilon_0] = \frac{C^2}{Nm^2}$ ,  $[\mu_0] = \frac{N}{A^2}$  だから

$$\left[ \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \right] = \frac{1}{\sqrt{\quad \cdot \quad}} =$$

種類

1 C の電荷量の大きさを定め、電荷量を C 単位で測ることに決める。距離 (長さ)  $r$  の単位は , 力  $F_e$  の単位は  と決まっているから、クーロンの法則  の

比例係数から、真空の誘電率  $\epsilon_0$  の値は実験から決まる。 $\epsilon_0$  の値が決まると光速  $c$  の値は実験から定まるので、 の関係から、 $\mu_0$  の値が決まる。 $\mu_0$  の値が決まると

磁気についてのクーロンの法則  $F_m = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{q_m Q_m}{r^2}$  の  が決まる。すると、

大きさが等しい2つの磁荷  $q_m$  と  $Q_m$  を、距離  $r = 1m$  だけ離れたときに、 $F_m = \frac{1}{4\pi\mu_0}$  [N]の力が働く磁気量として、磁荷の単位量 1 Wb の大きさは決まってしまう。