①
自然界の言葉「数学」

物理的諸科学の基本方程式

方程式　複雑な構造が
単純な法則によって記述される

実数と<u>虚数</u>

2、多用される数学的道具

$$PV = \underline{R}T$$

気体定数 $R = Nk$

アボガドロ数

ボルツマン定数

（温度とエネルギーの関係

P, V, Tの間に成り立つ

関係。.

量に関する言葉　変数，関数，場

変数の依存関係，（関数とは違くあ

場なんてあまりみかけない

変化を表わす言葉　微分

差を足し合わせること　積分

3 興亡の方程式

$$\frac{dn}{dt} = rn\left(1 - \frac{n}{K}\right)$$

$$\frac{dn}{dt} = rn$$

変化量は現在の個体数nに比例する.

4. 力学と重力

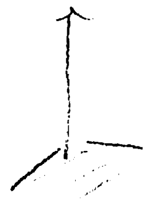
$$\begin{cases} \vec{p} = m\vec{v} & \text{運動量} \quad \vec{v} = \dfrac{d\vec{r}}{dt} \\ \vec{F} = m\vec{a} & \text{運動方程式} \\ \vec{F}_{1\to2} = -\vec{F}_{2\to1} & \text{作用・反作用} \\ F_G = G_N \dfrac{m_1 m_2}{r^2} \end{cases}$$

カオス

エネルギー保存則

$$U = \frac{1}{2}mv^2 + V(x)$$

5. 電磁気力 (ローレンツ力)



外積

$$F_{em} = q\vec{E} + \underbrace{\frac{q\vec{v}}{c} \times \vec{B}}_{\text{磁場から受ける力}}$$

磁場

電荷　電場

$\vec{v}$ が 0 なら力を受けない。

一定な磁場を (一定方向に) 定速度で動くと

回転運動する。

荷電粒子 $q\vec{v}$

$\downarrow$

空間的に広がった

連続的な電荷分布

電流密度 $\vec{j}$

ある $(\vec{r}, t)$ について

6 局所的保存則

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{j} = 0$$

座標軸方向の密度変化

電荷は消えることができない，保存される

電荷は流れて電流となる

空間と時間にわたって常に電荷の分布がある

流れと密度変化の（電荷の密度）

$\frac{\partial \rho}{\partial t}$

7. 電気力学 (Maxwell eqs.)

電荷密度

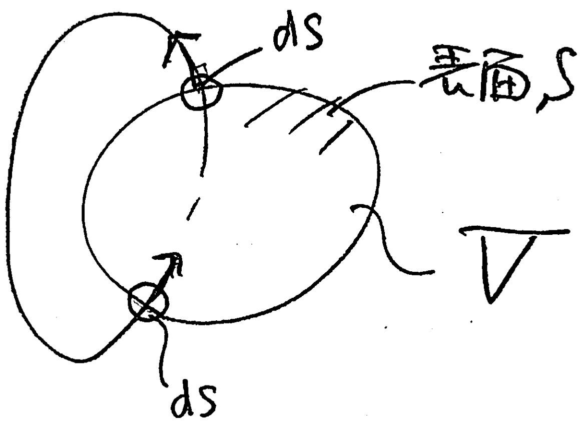
ガウスの法則

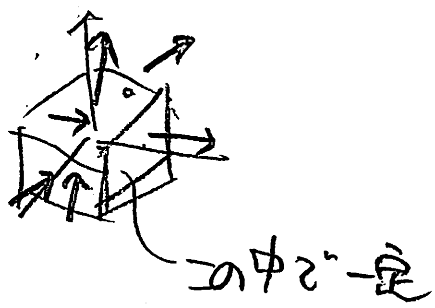
$$
\begin{cases}
\nabla \cdot E = \rho \\[2ex]
\nabla \times \vec{B} - \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \dfrac{\vec{J}}{c} \\[2ex]
\nabla \cdot B = 0 \\[2ex]
\nabla \times E + \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0
\end{cases}
$$

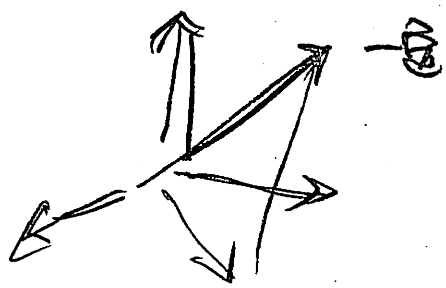
Maxwell Eqs.

$$\underset{\mathrm{div}}{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$







電磁波

$$\begin{cases} \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} - \nabla^2 \vec{E} = 0 \\ \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} - \nabla^2 \vec{B} = 0 \end{cases}$$

$$\operatorname{div}\vec{F} = \nabla \cdot \vec{F} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

$$\vec{F} = u\vec{i} + v\vec{j} + w\vec{k} = \begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix}$$