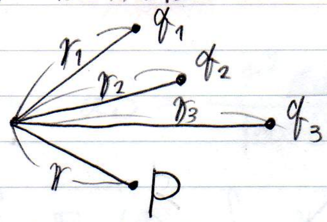
$$\begin{pmatrix} \boldsymbol{r} = (x, y, z) \\ \boldsymbol{r}' = (x', y', z') \end{pmatrix}$$ とすると

$$\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}' = (x - x', y - y', z - z')$$

$$|\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}'| = \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2}$$

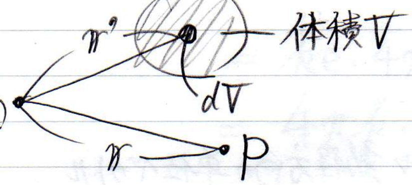
$$\therefore E_x = kq \frac{x - x'}{\left\{\sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2}\right\}^3} \quad \cdots \text{etc.}$$

(例2) 複数個の点電荷



$$\mathbb{E}(\boldsymbol{r}) = \sum_{i=1}^{n} k q_i \frac{\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}_i}{|\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}_i|^3}$$ (重ね合わせ

(例3) 連続的な電荷分布



電荷密度：$\rho(\boldsymbol{r})$ (単位体積あたりの電荷量)

$$\rho = \lim_{V \to 0} \frac{(\text{体積}V\text{内の全電荷量})}{V}$$

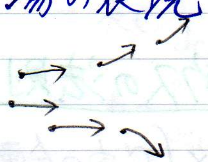
$$\therefore \mathbb{E}(\boldsymbol{r}) = \int_{\text{空間全体}} k \rho(\boldsymbol{r}') dV \frac{\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}'}{|\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}'|^3}$$

$\left\{ \begin{matrix} dxdydz \\ d\boldsymbol{r} \\ d^3\boldsymbol{r} \end{matrix} \right\}$、体積積分のこと

↳ 以後、単に $\int_V$ と書く。

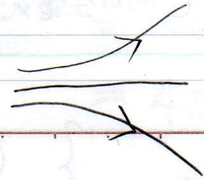
◦ベクトル場の表現

(a)



各点で、矢印で表す。

(b)



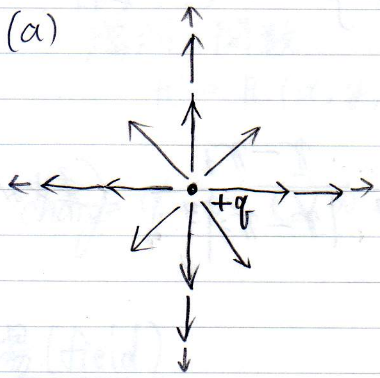
電気力線 (Farady) 近接作用的 (ゆがみが、そのとなりのゆがみを引き起こす)

（電気力線の注意点）

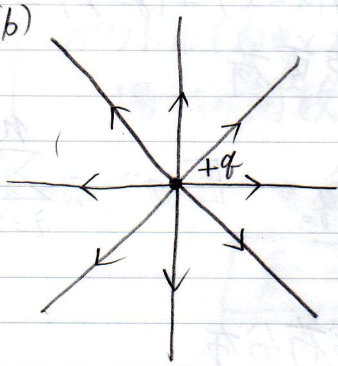
(1) 接線方向が電場の方向
(2) 交わらない
(3) 正電荷から出発して、負電荷に入る。
(4) 密度が、電場の強さに比例

（例）点電荷

(a)



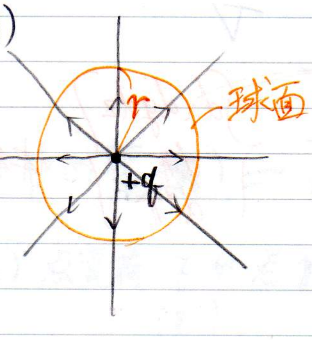
(b)



2) 静電場の方程式

○ガウスの法則

（例）



$$\mathbb{E} = k\frac{q}{r^2}\mathbb{e}_r$$

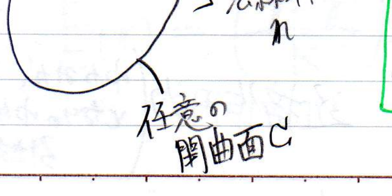
$\mathbb{e}_r$ → 動径方向の単位ベクトル

$$\int E_n dS = 4\pi r^2\left(k\frac{q}{r^2}\right)$$

球面に

$$= 4\pi k \cdot q \quad (rによらない)$$

E_n：narmal 法線成分



ガウスの法則

$$\boxed{\int_{C上} \mathbb{E}\cdot d\mathbb{S} = 4\pi k \times (C内の全電気量)}$$

$\cdot$：スカラー倍

$\mathbb{E}\cdot d\mathbb{S} = E\cos\theta\, dS$
$= E_n dS$ …法線成分

$$d\mathbb{S} = dS\cdot \mathbb{n}\begin{cases}大きさ：dS \\ 向き：法線方向（外向き）\end{cases}$$