

$$\oint \vec{A} \cdot d\vec{s} = \oint_{\text{III}} + \oint_{\text{IV}}$$

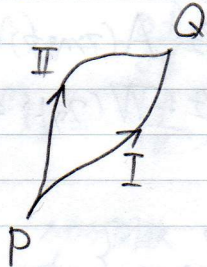
$$\oint_{\text{IV}} = \oint_{\text{IV}'} + \oint_{\text{IV}''}$$

$$\begin{aligned} \oint_{\text{IV}} &= \sum \oint_{\text{微小}} \\ &= \sum_{\text{表面上}} \text{rot } A \end{aligned}$$

$$\left(\begin{aligned} (\text{rot } A)_n &= \lim_{\alpha} \frac{1}{\alpha} \int A \cdot ds \\ &\Downarrow \\ (\text{rot } A)_z &= \frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \end{aligned} \right)$$

• 静電ポテンシャル (電位)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{rot } E = 0 \\ \text{or} \\ \oint_{I+II} E \cdot ds = 0 \end{array} \right\}$$



点Pから点Qまで
単位電荷が移動するとき
電場がする仕事 W

$$\begin{aligned} W(P \xrightarrow{I} Q) - W(P \xrightarrow{II} Q) &= W(P \xrightarrow{I} Q) + W(Q \xrightarrow{II} P) \\ &= \oint_{I+II} W \\ &= 0 \end{aligned}$$

仕事は、P, Q だけの関数であり、P, Q を結ぶ経路には依らない。

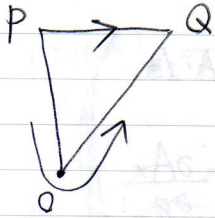
• Q を定点 (0) (例えば無限遠) とすれば

$$W(P \rightarrow 0) = \text{点 } P \text{ だけの関数} \equiv \phi(P(x, y, z))$$

点 0 を基準にとった点 P の電位 (静電ポテンシャル)

単位: V (Vol+)

位置エネルギー



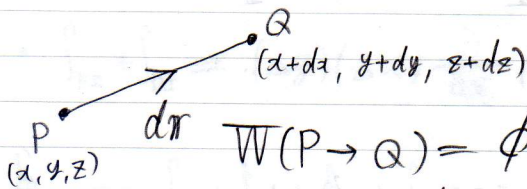
$$\begin{aligned} W(P \rightarrow Q) &= W(P \rightarrow O) + W(O \rightarrow Q) \\ &= W(P \rightarrow O) - W(Q \rightarrow O) \\ &= \phi(P) - \phi(Q) \end{aligned}$$

\Rightarrow PQの電位差(電圧) 基準点の選び方には依らない。

($1V = 1C$ の電荷が移動するとき電場のする仕事が $1J$ であるような電位差)
(単位) $V \cdot C = J$

単位 $W = A \cdot V$ { (毎秒あたりの電荷の移動) \equiv 電流 単位: A (アンペア) $= C/s$
(毎秒あたりの仕事) \equiv 仕事率 単位: W (ワット) $= J/s$

• E と ϕ の関係 $\left\{ \begin{array}{l} E: \text{単位電荷に働く力} \\ \phi: \text{単位電荷の位置エネルギー} \end{array} \right\}$



$$W(P \rightarrow Q) = \phi(P) - \phi(Q)$$

$$\phi(P) = \phi(x, y, z)$$

$$\phi(Q) = \phi(x+dx, y+dy, z+dz)$$

$$= \phi(x, y, z) + \frac{\partial \phi}{\partial x} dx + \frac{\partial \phi}{\partial y} dy + \frac{\partial \phi}{\partial z} dz$$

$$\therefore W(P \rightarrow Q) = - \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} dx + \frac{\partial \phi}{\partial y} dy + \frac{\partial \phi}{\partial z} dz \right)$$

$$\text{一方、} W(P \rightarrow Q) = \mathbf{E} \times 1 \cdot d\mathbf{r} \quad d\mathbf{r} = (dx, dy, dz)$$

$$= E_x dx + E_y dy + E_z dz$$