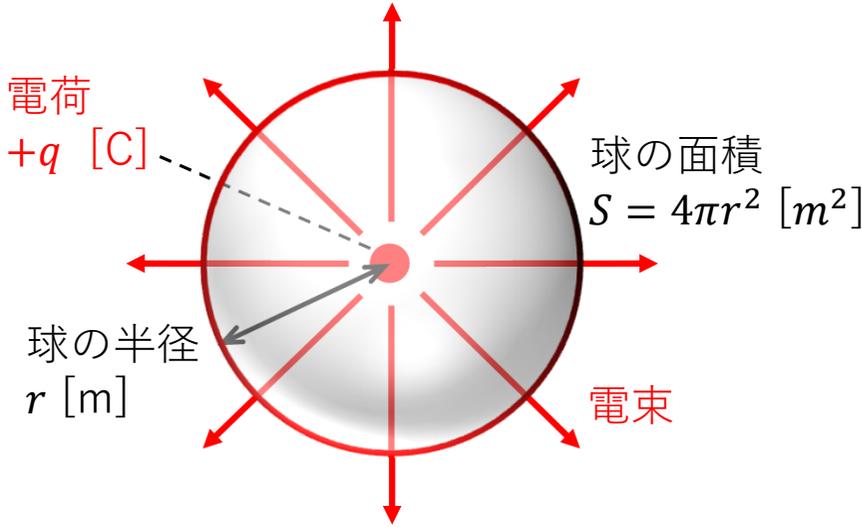


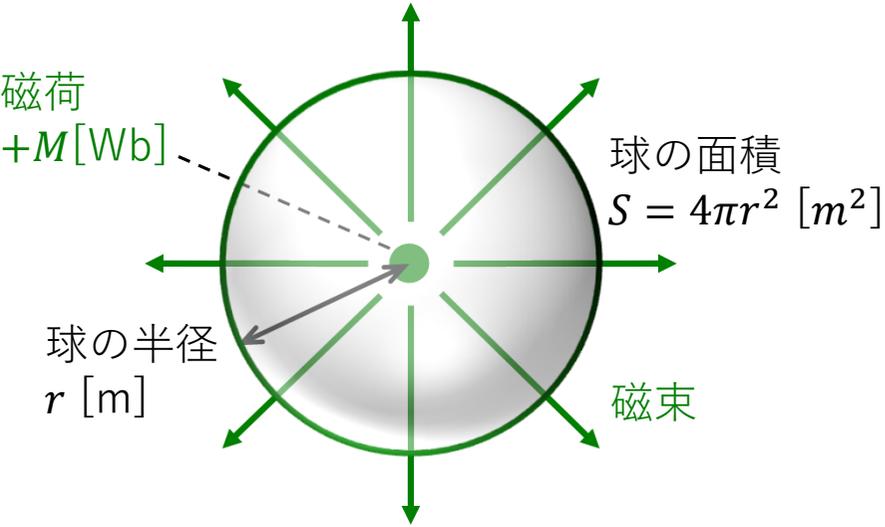
電束・電束密度



電束 [本] [C] : q
 電束密度 [C/ m²] : $D = \frac{q}{S} = \frac{q}{4\pi r^2}$

電束は q [C]の電荷から q 本発生し、媒質に係らず一定。
 電荷が正のときは電荷から出る方向、
 電荷が負のときは電荷に入る方向とする。

磁束・磁束密度



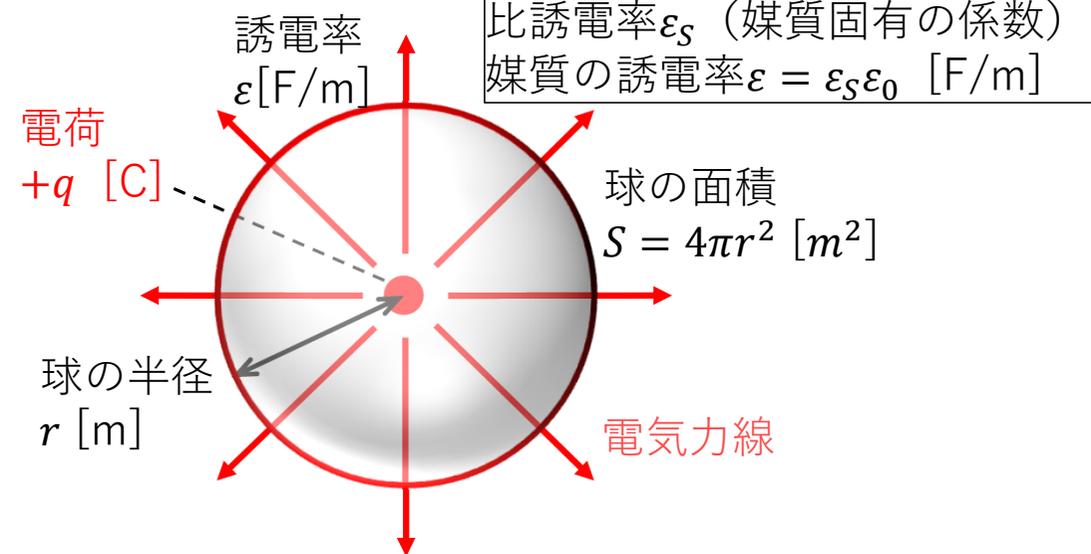
磁束 [本][Wb] : M
 磁束密度 [T] [Wb/ m²] : $B = \frac{M}{S} = \frac{M}{4\pi r^2}$

磁束は M [Wb]の磁荷から M 本発生し、媒質に係らず一定。
 磁荷が正 (N極) のときは磁荷から出る方向、
 磁荷が負 (S極) のときは磁荷に入る方向とする。

磁荷は単独の極性では存在せず
 常に正負 (N・S)が対である。



電気力線、電界



$$\text{電気力線 [本]} : \frac{q}{\epsilon}$$

$$\text{電気力線密度} = \text{電界 } E \text{ [V/m]}$$

$$E = \frac{q}{\epsilon S} = \frac{q}{4\pi\epsilon r^2} = \frac{D}{\epsilon}$$

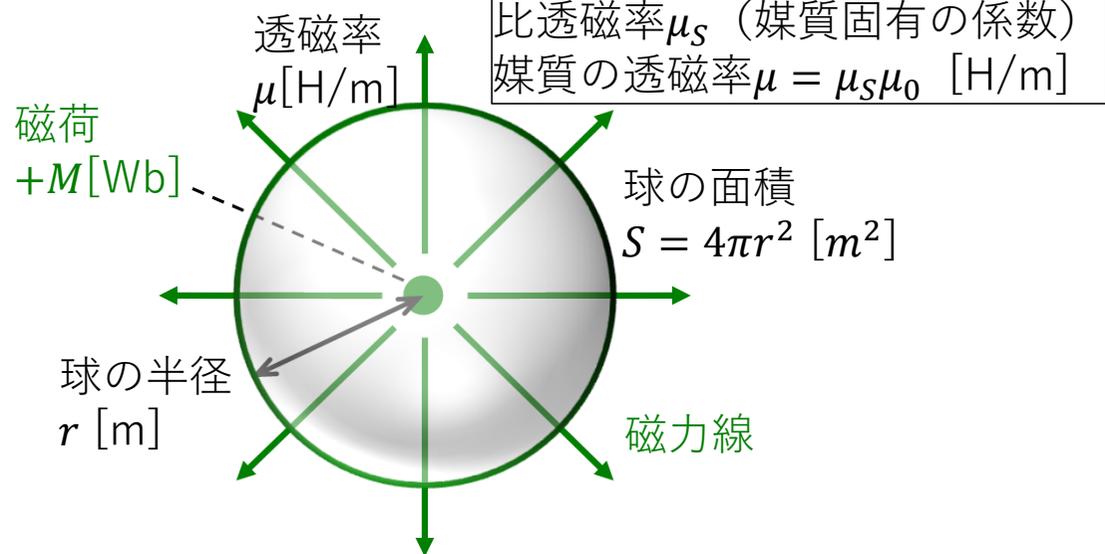
電束を誘電率で割ると、電気力線となる。

電気力線密度が電界である。

電束密度を誘電率で割ると、電界となる。

電気力線・電界は媒質の誘電率が変わると変化する。

磁力線・磁界



$$\text{磁力線 [本]} : \frac{M}{\mu}$$

$$\text{磁力線密度} = \text{磁界 } H \text{ [A/m]}$$

$$H = \frac{M}{\mu S} = \frac{M}{4\pi\mu r^2} = \frac{B}{\mu}$$

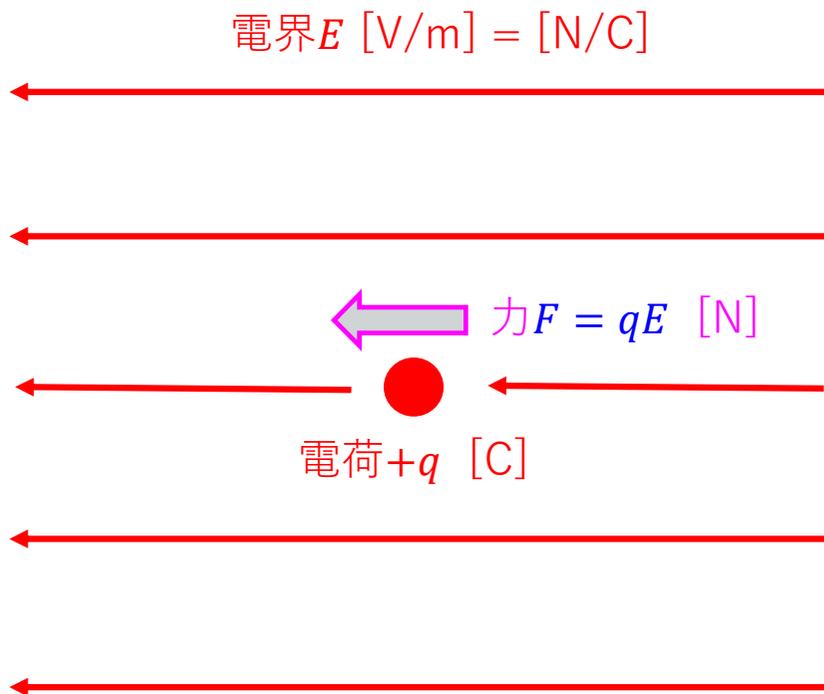
磁束を透磁率で割ると、磁力線となる。

磁力線密度が磁界である。

磁束密度を透磁率で割ると、磁界となる。

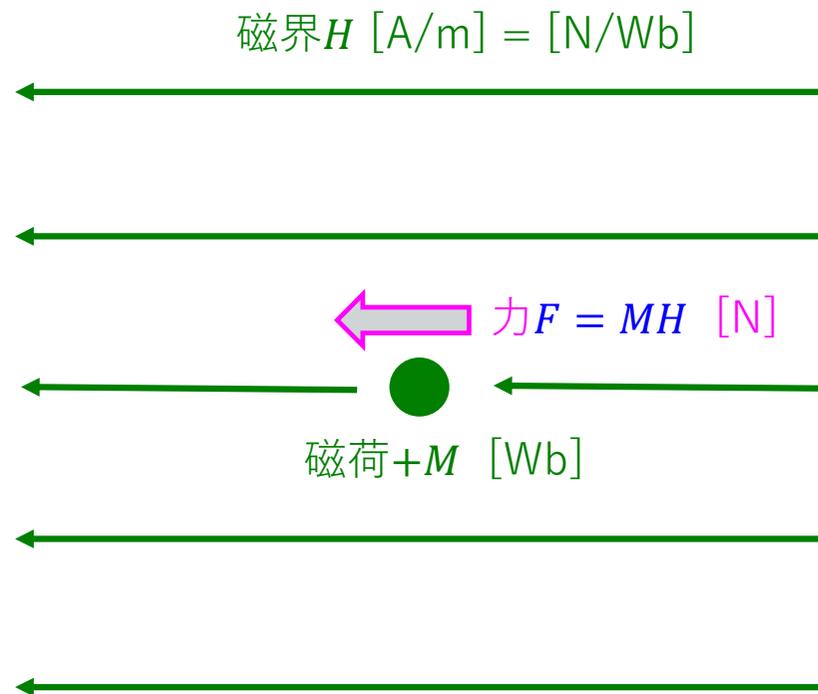
磁力線・磁界は媒質の透磁率が変わると変化する。

電荷が電界から受ける力



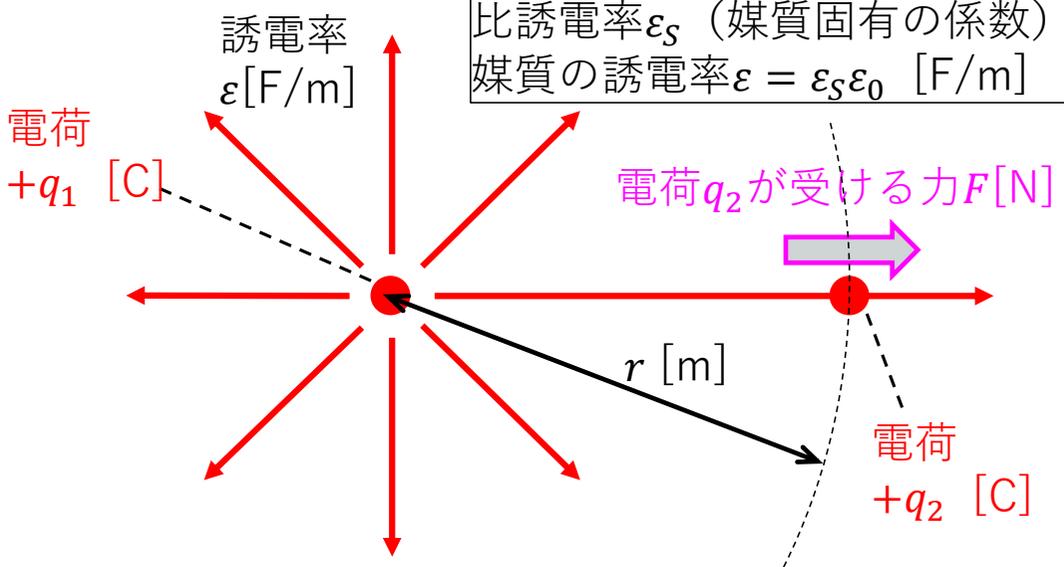
電界 E の中にある電荷 q は、力 $F = qE$ を受ける。
電荷が正のときは電界の方向へ、
負のときは電界と反対の方向へ力を受ける。

磁荷が磁界から受ける力



磁界 H の中にある磁荷 M は、力 $F = MH$ を受ける。
磁荷が正のときは磁界の方向へ、
負のときは磁界と反対の方向へ力を受ける。

電荷間のクーロン力



真空中の誘電率 ϵ_0 [F/m]
 比誘電率 ϵ_s (媒質固有の係数)
 媒質の誘電率 $\epsilon = \epsilon_s \epsilon_0$ [F/m]

電荷 q_1 による電荷 q_2 の位置における電界 E [V/m]

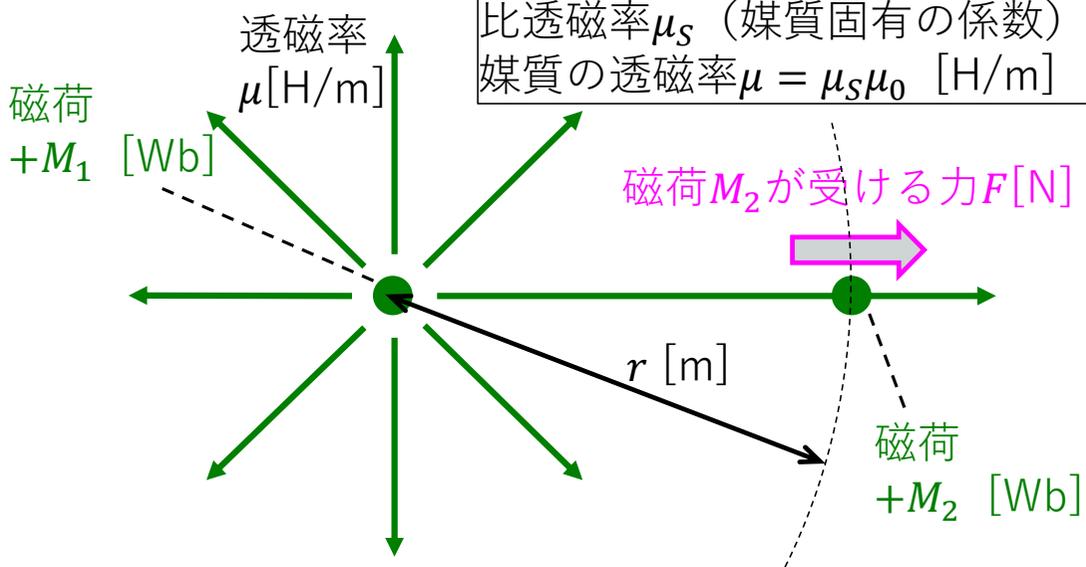
$$E = \frac{q_1}{4\pi\epsilon r^2}$$

電界 E によって電荷 q_2 が受ける力 F [N]

$$F = q_2 E = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon r^2} \quad \cdot \cdot \cdot \text{クーロン力}$$

同じ極性 (正と正、負と負) は反発力、
 違う極性 (正と負) は吸引力

磁荷間のクーロン力



真空中の透磁率 μ_0 [H/m]
 比透磁率 μ_s (媒質固有の係数)
 媒質の透磁率 $\mu = \mu_s \mu_0$ [H/m]

磁荷 M_1 による磁荷 M_2 の位置における磁界 H [A/m]

$$H = \frac{M_1}{4\pi\mu r^2}$$

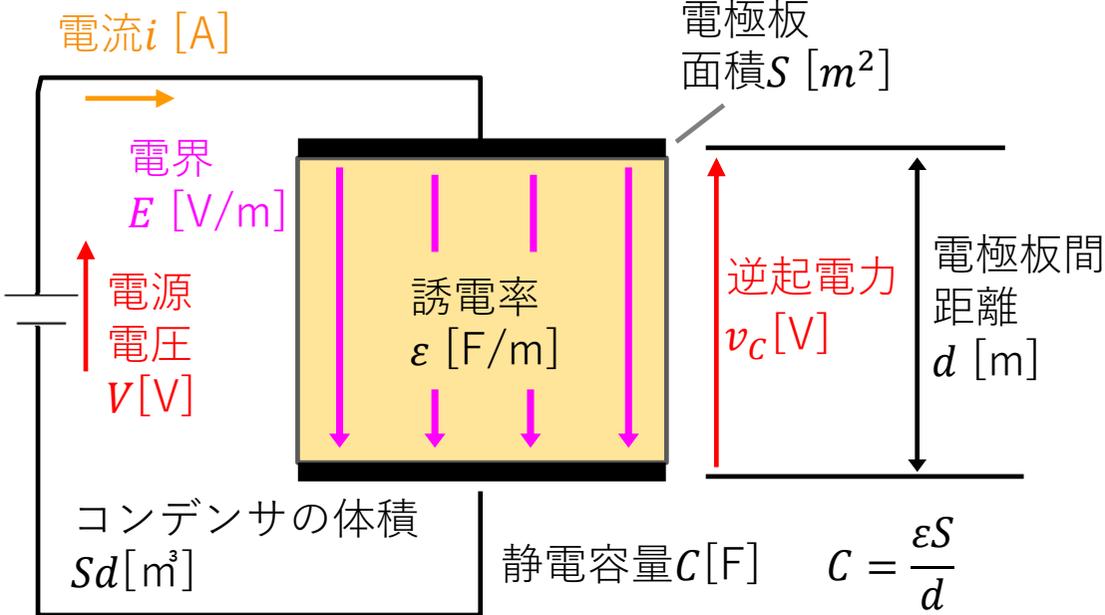
磁界 H によって磁荷 M_2 が受ける力 F [N]

$$F = M_2 H = \frac{M_1 M_2}{4\pi\mu r^2} \quad \cdot \cdot \cdot \text{クーロン力}$$

同じ極性 (正と正、負と負) は反発力、
 違う極性 (正と負) は吸引力

※正 = N極、
 負 = S極

静電エネルギー

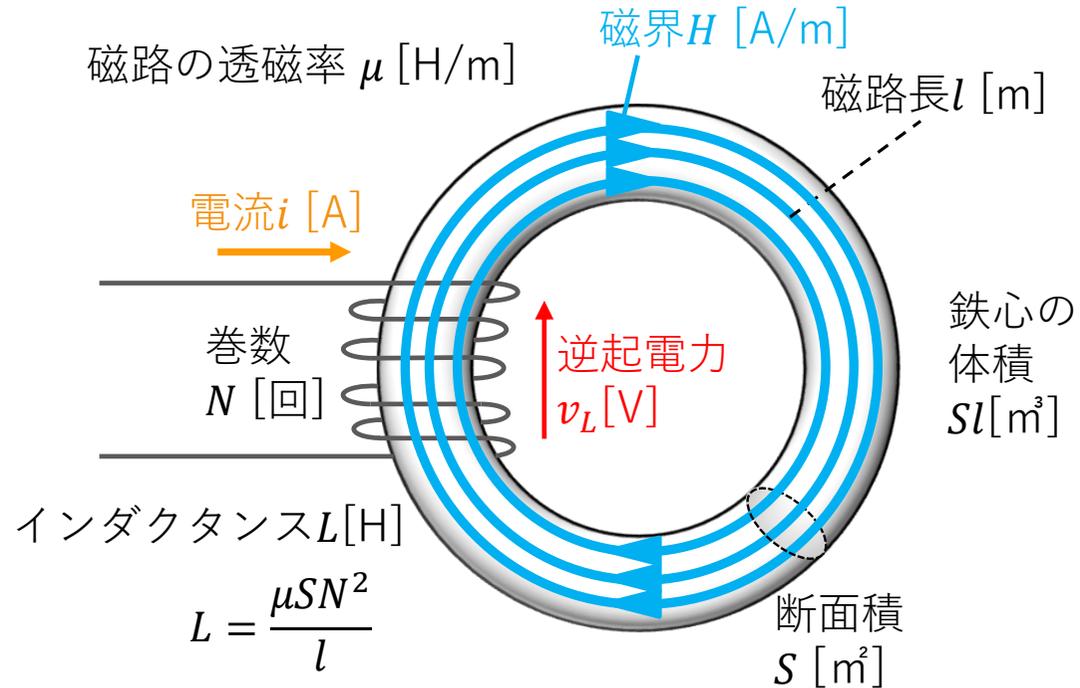


静電エネルギー [J] : $W_C = \int_0^T v_C \cdot \frac{dq}{dt} \cdot dt = \int_0^T v_C \cdot \frac{dCv_C}{dt} \cdot dt$
 $= C \int_0^V v_C dv_C = \frac{1}{2} CV^2$

$\frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon S}{d} V^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon S}{d} (Ed)^2 = \frac{1}{2} \epsilon E^2 Sd = \frac{1}{2} \epsilon E^2 \cdot (\text{体積})$

静電エネルギー密度 [J/m³] : $w_C = \frac{1}{2} \epsilon E^2$

磁気エネルギー



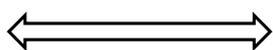
磁気エネルギー [J] : $W_L = \int_0^T L \frac{di}{dt} \cdot idt = L \int_0^I idi = \frac{1}{2} LI^2$

$\frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \frac{\mu SN^2}{l} I^2 = \frac{1}{2} \mu \left(\frac{NI}{l}\right)^2 Sl = \frac{1}{2} \mu H^2 \cdot (\text{体積})$

磁気エネルギー密度 [J/m³] : $w_L = \frac{1}{2} \mu H^2$

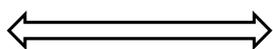
電気と磁気の類似性

■電束・電束密度



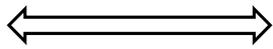
■磁束・磁束密度

■電気力線、電界



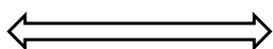
■磁力線・磁界

■電荷が電界から受ける力



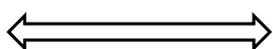
■磁荷が磁界から受ける力

■電荷間のクーロン力



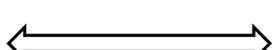
■磁荷間のクーロン力

電荷 q [C]



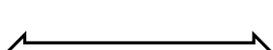
磁荷 M [Wb]

電束 q [本][C]



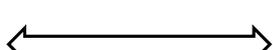
磁束 M [本][Wb]

電束密度 $D = \frac{q}{4\pi r^2}$ [C/ m^2]



磁束密度 $B = \frac{M}{4\pi r^2}$ [T][Wb/ m^2]

誘電率 ϵ [F/m]



透磁率 μ [H/m]

電気力線 $\frac{q}{\epsilon}$ [本]



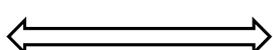
磁力線 $\frac{M}{\mu}$ [本]

電気力線密度 = 電界 $E = \frac{q}{4\pi\epsilon r^2}$ [V/m]



磁力線密度 = 磁界 $H = \frac{M}{4\pi\mu r^2}$ [A/m]

電界から受ける力 $F = qE$ [N]



磁界から受ける力 $F = MH$ [N]

クーロン力 $F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon r^2}$ [N]



クーロン力 $F = \frac{M_1 M_2}{4\pi\mu r^2}$ [N]

静電エネルギー $W_C = \frac{1}{2} CV^2$ [J]



磁気エネルギー $W_L = \frac{1}{2} LI^2$ [J]

静電エネルギー密度 $w_C = \frac{1}{2} \epsilon E^2$ [J/ m^3]



磁気エネルギー密度 $w_l = \frac{1}{2} \mu H^2$ [J/ m^3]