1. 정전계와 정자계의 대응관계

정 전 계		정 자 계	
유전율	$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_s [F/m]$ $\epsilon_0 = 8.855 \times 10^{-12} [F/m]$	투자율	$\mu = \mu_0 \mu_s [H/m]$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} [H/m]$
전하	$Q[C]$ $Q[C]$: 정전하, $-Q[C]$: 부전하	자하 자극의 세기	$m[Wb]$ $m[Wb]$: 정자하(N극), $-m[Wb]$: 부자하(S극)
쿨롱의법칙 두전하사이에 작용하는 힘	$F = \dfrac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} [N]$ 동종에 전하는 반발력 이종의 전하는 흡인력	쿨롱의법칙 두자극사이에 작용하는 힘	$F = \dfrac{m_1 m_2}{4\pi\mu_0 r^2} [N]$ 동종에 자하(자극)는 반발력 이종의 자하(자극)는 흡인력
쿨롱상수	$\dfrac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$	쿨롱상수	$\dfrac{1}{4\pi\mu_0} = 6.33 \times 10^4$
전계의세기 (전장)	$E = \dfrac{F}{Q} [V/m] = \dfrac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ 거리에 따라 감소하는 곡선 : 쌍곡선	자계의세기 (자장)	$H = \dfrac{F}{m} [A/m = AT/m] = \dfrac{m}{4\pi\mu_0 r^2}$ 거리에 따라 감소하는 곡선 : 쌍곡선
전계내 작용하는 힘	$F = QE[N]$	자계내 작용하는 힘	$F = mH[N]$
전기력선의 성질	전기력선은 폐곡선을 이룰수 없다 전기력선수 $N = \dfrac{Q}{\epsilon_o}$	자기력선의 성질	자기력선은 폐곡선을 이룰수 있다 자기력선수 $N = \dfrac{m}{\mu_0}$
전계세기 계산방법	지정된 지점에 단위 정전하 +1[C]을 두고 계산	자계세기 계산방법	지정된 지점에 단위 정자하 +1[wb]을 두고 계산
전속	$\Psi = Q[C]$	자속	$\phi = m = B \cdot S [Wb]$
전속밀도	$D = \dfrac{\Psi}{S} = \dfrac{Q}{S} = \dfrac{Q}{4\pi r^2} = \epsilon_0 E [C/m^2]$	자속밀도	$B = \dfrac{\phi}{S} = \dfrac{m}{S} = \dfrac{m}{4\pi r^2} = \mu_0 H [Wb/m^2]$
전 위	$V = \dfrac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} [V]$	자위	$U = I = \dfrac{m}{4\pi\mu_0 r} [A]$
전기쌍극자 전위	$V_p = \dfrac{M}{4\pi\epsilon_0 r^2} cos\theta\ [V] \propto \dfrac{1}{r^2}$ ($\theta = 0°$: 최대, $\theta = 90°$: 최소) **전기 쌍극자 모멘트** $M = Q \cdot \delta\ [C \cdot m]$ 단, δ : 두 전하 사이의 거리	자기쌍극자 자위	$U_P = \dfrac{M}{4\pi\mu_0 r^2} cos\theta\ [A] \propto \dfrac{1}{r^2}$ ($\theta = 0°$: 최대, $\theta = 90°$: 최소) **자기 쌍극자 모멘트** $M = m \cdot l\ [Wb \cdot m]$ 단, l : 두 자하 사이의 거리
전기쌍극자 전계	$E_r = \dfrac{M}{2\pi\epsilon_o r^3} cos\theta$ [V/m] $E_\theta = \dfrac{M}{4\pi\epsilon_o r^3} sin\theta$ [V/m] $E = \dfrac{M}{4\pi\epsilon_o r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta}$ [V/m]	자기쌍극자 자계	$H_r = \dfrac{M}{2\pi\mu_o r^3} cos\theta$ [AT/m] $H_\theta = \dfrac{M}{4\pi\mu_o r^3} sin\theta$ [AT/m] $H = \dfrac{M}{4\pi\mu_o r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta}$ [AT/m]
전위 경도	$E = -grad\,V = -\nabla V [V/m]$	자위 경도	$H = -grad\,U = -\nabla U [A/m]$

정 전 계		정 자 계	
전기이중층	1) 정전하측 전위 $V_P=\frac{M}{4\pi\epsilon_0}\omega_1$ $[V]$ 2) 부전하측 전위 $V_Q=\frac{-M}{4\pi\epsilon_0}\omega_2$ $[V]$ 이중층세기 또는 판의 세기 $M=\sigma\delta\,[C/m]$ 입체각 $\omega=2\pi(1-\cos\theta)$ 3) P, Q점의 (무한히접근) ① P에서만 무한히 접근, 또는 Q에서만 무한히 접근 $\omega=2\pi$ ② 정전하측과 부전하측 동시에 무한히 접근 $\omega=4\pi$ 이때 전위는 $V_{PQ}=\frac{M}{\epsilon_0}$ $[V]$	자기이중층= 판자석	1) N극측 자위 $U_P=\frac{M}{4\pi\mu_0}\omega_1$ $[A]$ 2) S극측 자위 $U_Q=\frac{-M}{4\pi\mu_0}\omega_2$ $[A]$ 이중층세기 또는 판의 세기 $M=\sigma\delta\,[wb/m]$ 입체각 $\omega=2\pi(1-\cos\theta)$ 3) P, Q점의 (무한히접근) ① N극에서만 무한히 접근, 또는 S극 에서만 무한히 접근 $\omega=2\pi$ ② N극 과 S극 동시에 무한히 접근 $\omega=4\pi$ 이때 자위는 $U_{PQ}=\frac{M}{\mu_0}$ $[A]$
콘덴서에 축적되는 에너지 = 정전에너지	$W=\frac{1}{2}CV^2=\frac{Q^2}{2C}=\frac{1}{2}QV\,[J]$ 축적되는 그림 : 포물선	코일에 축적되는에너지 = 전자에너지	$W=\frac{1}{2}LI^2=\frac{\phi^2}{2L}=\frac{1}{2}\phi I\,[J]$ 축적되는 그림 : 포물선
대전도체에 작용하는힘 정전흡인력	$f=\frac{D^2}{2\epsilon_o}=\frac{1}{2}\epsilon_oE^2=\frac{1}{2}ED$ $[N/m^2]$	자석의 흡인력	$f_m=\frac{B^2}{2\mu_0}=\frac{1}{2}\mu_0H^2=\frac{1}{2}HB\,[N/m^2]$
전계(유전체)내 축적되는 에너지	$W_E=\frac{D^2}{2\epsilon}=\frac{1}{2}\epsilon E^2=\frac{1}{2}ED[J/m^3]$	자계(자성체)내 축적되는 에너지	$W_H=\frac{B^2}{2\mu}=\frac{1}{2}\mu H^2=\frac{1}{2}HB[J/m^3]$
분극의 세기	$P=D-\epsilon_0E=\epsilon_o(\epsilon_s-1)E=xE$ $=D(1-\frac{1}{\epsilon_s})=\frac{M}{V}$ $[\mathrm{C/m^2}]$ 1) 분극률 $x=\epsilon_o(\epsilon_s-1)$ 2) 비분극률$x_m=\frac{x}{\epsilon_o}=\epsilon_s-1$	자화의 세기	$J=B-\mu_0H=\mu_o(\mu_s-1)H=xH$ $=B(1-\frac{1}{\mu_s})=\frac{M}{V}$ $[Wb/m^2]$ 1) 자화율$x=\mu_o(\mu_s-1)$ 2) 비자화율 $\frac{x}{\mu_o}=\mu_s-1$
유전체의 경계의 조건	완전경계조건 : $\sigma=0$ 경계면에 진전하가 존재하지 않음 경계면의 전위차는 없다 $E_1\sin\theta_1=E_2\sin\theta_2$ $D_1\cos\theta_1=D_2\cos\theta_2$ $\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2}=\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$ 법선(수직) 법밀코 접선(수평) 접계싸	자성체의 경계의 조건	완전경계조건 : $i=0$ 경계면에 전류밀도가 0 경계면의 자위차는 없다 $H_1\sin\theta_1=H_2\sin\theta_2$ $B_1\cos\theta_1=B_2\cos\theta_2$ $\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2}=\frac{\mu_1}{\mu_2}$ 법선(수직) 법밀코 접선(수평) 접계싸

2-1 정전계와 정자계의 적분형과 미분형

구분		적분형	미분형	비고
정전계	가우스의 법칙	$\int_s D\ dS = Q$ $\int_s E\ dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$	$div\, D = \nabla D = \rho$ $div\, E = \nabla E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	발산정리
	보존장의 조건	$\int_l E\ dl = \int_s rot\, E dS = 0$ $E = -grad\, V = -\nabla V [V/m]$	$rot\, E = \nabla \times E = 0$	스토크스정리
정자계	암페어의 주회적분	$\int_l H\ dl = \int_s rot\, H dS = I$	$rot\, H = \nabla \times H = i$	스토크스정리
	자속 관계식	$\int_s B\ dS = 0$	$div\, B = \nabla B = 0$	발산정리(자속의 연속성)
정상전류	옴의 법칙	$\int_s i\ dS = I$	$div\, i = \nabla i = 0$	발산정리

2-2 항등식

$\nabla \times (\nabla \times A)$	$\nabla (\nabla \cdot A) - \nabla^2 A$
$div D = \nabla \cdot D = \rho$	$div B = \nabla \cdot B = 0$
$\nabla^2 \cdot V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$	$\nabla^2 \cdot A = -\mu_0 i$

3. 전기회로와 자기회로의 대응관계

전기회로		자기회로	
기전력	$V = IR\ [V]$	기자력	$F = NI = R_m \phi\ [AT]$
전류	$I = \frac{V}{R}\ [A]$	자속	$\phi = \frac{F}{R_m} = \frac{\mu SNI}{l}\ [Wb]$
전기저항	$R = \rho\frac{l}{S} = \frac{l}{k \cdot S}\ [\Omega]$	자기저항	$R_m = \frac{F}{\phi} = \frac{l}{\mu \cdot S}\ [AT / Wb]$
도전율	$k = \sigma\ [\mho / m]$	투자율 (도자율)	$\mu\ [H / m]$
전류밀도	$i_c = \frac{I}{S}\ [A / m^2]$	자속밀도	$B = \frac{\phi}{S}\ [Wb / m^2]$