Definiciones

Unidades

Q (Carga) $[C]$
$\vec{E}$ (Campo eléctrico) $[\frac{N}{C}]$ o $[\frac{V}{m}]$
V (Potencial eléctrico) $[V]$ o $[\frac{J}{C}]$
Φ (Flujo eléctrico) $[V\,m]$
U_E (Energía potencial eléctrica) $[J]$
C (Capacidad) $[F]$

I (Intensidad) $[A= C/s]$
$\vec{J}$ (Densidad de corriente) $[A/m^3]$
R (Resistencia) $[\Omega]$ ρ' (Resistividad) $[\Omega/m]$
G (Conductancia) $[S= \Omega^{-1}]$
σ' (Conductividad) $[m/\Omega = S/m]$
μ (Movilidad el. de portadores) $[m^2/V]$
n (Portadores / unidad de volumen)
Σ (F. Electromotriz) $[V]$
$\vec{p}$ (Momento dipolar) $[D= 3.34 \cdot 10^{-30} C \cdot m]$
χ_e (Susceptibilidad eléctrica) $[Adim.]$
α (polarizabilidad/densidad) $[m^3]$

F_m (Fuerza magnética) $[N]$
B (Campo magnético) $[T= \frac{N}{C\ m/s} = \frac{N}{A\ m}]$
Φ (Flujo de campo mag.) $[Wb]$

Geometría

Superficie círculo:πr^2
Circunferencia esfera: $2\pi r$
Superficie esfera: $4\pi r^2$
Volumen esfera: $\frac{4}{3}\pi r^3$
Superficie cilindro: $2\pi rl$
Densidad lineal: $\lambda = \frac{Q}{l}$ $dq = \lambda dl$
Densidad superficie:
$\sigma = \frac{Q}{A}$ $dq = \sigma dS$
Densidad volumétrica:
$\rho = \frac{Q}{V}$ $dq = \rho dV$
$\vec{u_r} = \frac{1}{r}\vec{r}$

Trigonometría

$sen\theta = \frac{cat_o}{h}$
$cos\theta = \frac{cat_a}{h}$
$tan\theta = \frac{sen\theta}{cos\theta}$
$1 = sen^2\theta + cos^2\theta$

Básico

Coulomb

$\vec{E} = k\frac{Q}{r^2}\vec{u_r}$
$\vec{F} = k\frac{q_1 q_2}{r^2}\vec{u_r}$
$V = k\frac{Q}{r}$; $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}$

$U = k\frac{q_1 q_2}{r}$
$W_\infty = -k\frac{q_1 q_2}{r_{12}}$
$\Delta U = -W_{campo}$

Gauss

$\Phi = \vec{E}\cdot\vec{S} \to EScos\theta$
$\Phi = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_o}$

$\Phi = \int \vec{E}\cdot d\vec{s}$

Dist. contínuas

Hilo infinito

$E = \frac{2k\lambda}{d}$ (perpendicular)

(d = distancia hasta ”P”)

Anillo

$\vec{E} = k\frac{Q_{(a)}}{\sqrt{(a^2+R^2)^3}}\vec{u_a} \xrightarrow{(a\gg R)} \frac{KQ}{a^2}$
$V = k\frac{Q}{\sqrt{a^2+R^2}}$ $(\sqrt{a^2+R^2} = r)$

(a = distancia hasta ”a”)

Disco

$\vec{E} = 2\pi k\sigma\left(1 - \frac{a}{\sqrt{a^2+R^2}}\right)\vec{u_a}$
$\to \vec{E} = \frac{2kQ}{R^2}(...)\vec{u_a} \begin{cases} (R \gg a) = \text{Plano} \\ (a \gg R)\ \frac{KQ}{a^2} \end{cases}$

Plano

$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_o}$

Esfera corteza

$\boxed{r > R}$

$\vec{E} = k\frac{Q}{r^2}\vec{u_r}$; $V = K\frac{Q}{r}$

$\boxed{r < R}$

$\vec{E} = 0$; $V = k\frac{Q}{R}$

Esfera homogénea

$\boxed{r > R}$

$\vec{E} = k\frac{Q}{r^2}\vec{u_r}$; $V = k\frac{Q}{r}$

$\boxed{r < R}$

$\vec{E} = k\frac{Qr}{R^3}\vec{u_r}$
$V = \frac{3}{2}k\frac{Q}{R} - \frac{1}{2}k\frac{Qr^2}{R^3}$

Cilindro

$\boxed{r > R}$

$E = \frac{\sigma R}{\epsilon_o r}$
(r = distancia a ”P”)

$\boxed{r = R}$

$E = \frac{\sigma}{\epsilon_o}$

$\boxed{r > R}$

$E = 0$ $Q = 0$

Conductores

$\vec{E}_{dentro} = 0 \to Q_{enc} = 0$
(Toda Q en superficie)

Lámina

$(E_{dentro} = 0\ ;\ ES = \frac{\sigma S}{\epsilon_o})$
$E = \frac{\sigma}{\epsilon_o}$

Esf. hueca

$[r > R] \equiv [r < R]$ (continuidad)

Dipolo

$\vec{p} = q\vec{d}$
$V = k\frac{q(r_2-r_1)}{r_1 r_2}$

d=distancia entre polos

E sobre eje x:

$\vec{E_x} = \frac{2xqd}{[x^2-(d/2)^2]^2}\vec{u_x} \xrightarrow{x\gg\frac{d}{2}} k\frac{2qd}{x^3}\vec{u_x}$

E sobre eje y:

$\vec{E} = -2k\frac{q\ d/2}{[y^2+(d/2)^2]^{3/2}} \xrightarrow{y\gg\frac{d}{2}} -k\frac{qd}{y^3}\vec{u_x}$

Campo homogéneo

$M = \vec{p}\times\vec{E_o}$
$U = -pE_o$

Polarización Macro

$\vec{P} = \frac{1}{\Delta Vol}\sum\vec{p_i} \xrightarrow{=dip.} \vec{P} = n\vec{p}$
$\vec{P} = \chi_e\epsilon_o\vec{E} = \epsilon_o(\epsilon_r - 1)E$

$\boxed{\text{Campos}}$

$\vec{E}_{dentro} = \vec{E_o} - \vec{E_p}$
$E_p = \frac{\sigma_p}{\epsilon_o}$
$\epsilon_r = \frac{E_o}{E} = 1 + \chi_e$
$Q_P = \sigma_P A$
$p_{tot} = Q_p L$
$P = \frac{p_{tot}}{Vol} = \sigma_P\ [C/m^2]$
$|\vec{D}| = \epsilon_o E_{int} + P = \epsilon_o\epsilon_r E = \epsilon E$
$(\epsilon = \epsilon_o\epsilon_r)$

Gauss

Sustituir ϵ_o en ”k” por $\epsilon = \epsilon_o\epsilon_r$.

Polarización Micro

Polarización elec.

$\vec{p} = \alpha\epsilon_o\vec{E}_{(local)}$
$\chi_e = n\alpha = n4\pi R^3$ (átomo)
$\vec{E}_{nube} = \vec{E_o} \to E_{nube} = k\frac{qd}{R^3}$

$\left.\begin{array}{l} p = 4\pi\epsilon_o R^3\vec{E_o} \\ \vec{p} = \alpha\epsilon_o\vec{E_o} \end{array}\right\} \Rightarrow \alpha_e = 4\pi R^3$
($R \equiv$ nube e^-)

Polarización iónica.

$\vec{p} = \alpha\epsilon_o\vec{E}_o$

$\alpha_{\text{orientación}} = \frac{p_o^2}{3\epsilon_o k_B T}$; $\chi = n\alpha_{ori.}$

Interacc. dip.

Perm. + Perm.

Energía

$U = -\vec{p_2}\vec{E_1} = -p_2 E_{1x}$

$U = -k\frac{p_1 p_2}{r^3}(3\cos^2\theta - 1)$

dipolos paralelos

⇒**Mínima E:** $\pm K\frac{2p_1p_2}{r^3}$

dependiendo de $\theta = \pi/2$, 0...

$\frac{dU}{dVol} = \frac{1}{2}\epsilon_r\epsilon_o E^2 = \frac{1}{2}\epsilon E^2$ $[J/m^3]$

Campo y potencial

$V = k\frac{\vec{r}\vec{p_1}}{r^3} = k\frac{p_1}{cos\theta}$

$E_r = -\frac{dV}{dr} = k\frac{2p\cos\theta}{r^3}$

$E_\theta = -\frac{\lambda 2v}{r\ d\theta} = k\frac{p\sin\theta}{r^3}$

Perm. + Ind.

$(p_1 \equiv perm.\ ;\ p_2 \equiv ind.)$

$U = -\vec{p_2}E_1$; $E_1 = E_{1x} = -K\frac{2p_1}{r^3}$

$\vec{p_2} = \alpha\epsilon_o\vec{E_1}$

$\Rightarrow U = -\frac{k}{\pi}\frac{\alpha p_1}{r^6} = -\frac{C}{r^6}$

Ind. + Ind.

$U = -\frac{C}{r^6}$

$C = \frac{3}{2}\alpha_1\alpha_2\frac{I_1I_2}{I_1+I_2}$

$I_{1,2} \equiv$ E ionización

Circuitos

Ohm

$I = \frac{V}{R}$

$R = \rho'\frac{L}{S}$

Corriente

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = n\cdot qSv_d$

$\Delta Q = n\cdot q\Delta Vol = n\cdot qSv_d\Delta t$

$\rightarrow \Delta Vol = Sv_d\Delta t = S\Delta L$

(S = cara sección)

Variables

$\sigma' = \frac{1}{\rho'}$

$G = \frac{1}{R} = \sigma'\frac{S}{L}$

$\vec{J} = n\cdot q\vec{v_d} \rightarrow J = \frac{I}{S}$

$J = \sigma' E$

$\mu = \frac{\sigma'}{n\cdot q}$

$v_d = \frac{\sigma'}{n\cdot q}\vec{E} = \mu\vec{E}$

(q suele ser del e^-)

Energía

$\Delta U = \Delta Q(V_B - V_A)$

Pérdida E:

$-\Delta U = \Delta QV = Q(V_A - V_B)$

Variac. temp.:

$-\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}V = IV$

Pot disipada:

$Pot = I^2R$

$Pot(t) = \frac{V_o^2}{R}e^{-t/\tau} = \frac{Q_{max}}{R}e^{-t/\tau}$

$\frac{1}{2}m_e v_e^2 = qV$

Condensadores

$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{Q_o/\epsilon_o A} = \epsilon_o\frac{A}{d}$

$U = \frac{1}{2}CV^2$

Vacío → $V_C = \frac{q}{C} = 0$

Lleno → $I_C = 0$

Campo dentro:

$E = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_o}$; $V = E\cdot d$

Dieléctrico:

$C = \epsilon\frac{A}{d}$ $\epsilon_r = 1 + \chi_e$

$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_o}$

$C_{\epsilon_r} = C_o\cdot\epsilon_r$

$\epsilon_o = \frac{1}{\mu_o c^2}$

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}$

Carga condensador

$V_o = iR + \frac{q}{C}$

$\tau = RC$

$q = V_oC\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ $(max = V_oC)$

$i = \frac{dq}{dt} = \frac{V_o}{R}e^{-t/\tau}$

Balance

$\mathbf{E}_{aport}$ **Batería:**

$U_{bat}(t) = V_o^2C\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$

$\mathbf{E}_{disip}$ **Resist.:**

$U_R(t) = \frac{V_o^2C}{2}\left(1 - e^{-2t/\tau}\right)$

$\mathbf{E}_{almac}$ **Cond.:**

$U_C(t) = \frac{q^2}{2C} = \frac{V_o^2C}{2}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)^2$

$\rightarrow U_{bat} = U_R + U_C$

Descarga condensador

$(Q \equiv\ Q_{max\,\text{con la que empezamos}})$

$q(t) = QE^{-t/\tau}$

$i(t) = \frac{dq}{dt} = -\frac{Q}{\tau}e^{-t/\tau} = -\frac{V_o}{R}e^{-t/\tau}$

Balance

$\mathbf{E}_{ini}$ **Cond.:** $U_{C\ ini} = \frac{Q^2}{2C}$

$\mathbf{E}_{disip}$ **Resist.:**

$U_R(t) = \frac{Q^2}{2C}\left(1 - e^{-2t/\tau}\right)$

E Cond.: $U_C(t) = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q^2}{2C}e^{-2t/\tau}$

$\rightarrow U_{ini} = U_R + U_C$

Asociación

En paralelo

$Q_1 + Q_2 = Q$; $V_1 = V_2 = V_o$

$C_1 + C_2 = C$

En serie

$Q_1 = Q_2 = Q$; $V_1 + V_2 = V_o$

$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C}$ $\frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = \frac{Q}{C}$

Inverso para **Resistencias**.

Kirchhoff

Nodos

$\sum I_i = 0$

$(I_1 - I_2 + I_3 ... = 0)$

Entra $\equiv I > 0$, Sale $\equiv I < 0$

Mallas

$\sum \epsilon_i = \sum V_i$

$(-\epsilon_1 + \epsilon_2 ... = -R_1I_1 + R_2I_2 ...)$

Borne $\oplus \rightarrow \ominus\ \equiv \epsilon > 0$

Direcc. I = malla $I > 0$

Magnetismo

(Partícula moviéndose en un B)

$F_m = q\vec{v}\times\vec{B}$ $(\vec{F_m}\perp\vec{B}\&\vec{v})$

$\vec{a} = \begin{cases} a_n = v^2/R \\ a_T = \partial v/\partial t = 0 \end{cases}$

$m\frac{v^2}{R} = qvB \implies R = \frac{mv}{qB}$

Selector de velocidades

$F_m = F_e$

$qVB = qE \implies v = \frac{E}{B}$ (cruzan)

Espectrómetro

$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{2}mv^2 = qV \\ R = \frac{mv}{qB} \end{array}\right\} v = \frac{RqB}{m}$

$\implies \frac{m}{q} = \frac{B^2R^2}{2V}$

F sobre conductor

Rectilíneo

$\vec{F} = nq\vec{v}SL\times\vec{B} = I\vec{L}\times\vec{B}$

Espira cuadrada

$F(a \parallel B) = 0$

$F(b \perp B) \neq 0$ (momento)

$(b \rightsquigarrow \vec{l})$

Ampère

$\oint\vec{B}\,d\vec{l} = \mu_o I \xrightarrow{\text{hilo}} B = \frac{\mu_o I}{2\pi R}$

$I = \sum I_i$

$\frac{\partial F}{\partial l} = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I_1I_2}{d}$ (entre corrientes)

Inducción

$\Phi_M = \iint_S\vec{B}\,d\vec{S} \xrightarrow[B\parallel S]{B=cte} \Phi = BS$

$\Phi_{\text{solenoide}} = N\cdot BS$

Faraday-Lenz

Faraday: $fem = (N)\frac{\partial\Phi}{\partial t}$

F-Lenz: $fem = -(N)\frac{\partial\Phi}{\partial t} = \frac{-\partial}{\partial t}\int\vec{B}d\vec{S}$

Efecto Hall

$\left.\begin{array}{l} F_E = qE_H \\ F_m = qvB \end{array}\right\} \begin{array}{l} E_H = vB \\ V_H = E_Ha = VBa \end{array}$

$I = nqvS \xrightarrow{S=a\cdot d} v = \frac{I}{nqad}$

$\implies V_H = \frac{IB}{nqd}$