campo eléctrico

$\begin{cases} F.eléctrica = q_A \cdot q_B \\ F.eléctrica = \frac{1}{r^2 (distancia)} \end{cases}$

$\vec{F}_{21} = K_0 \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \vec{u}_{21}$; $K_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ $\boxed{\begin{cases} K_0 = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2 \cdot C^{-2} \\ \varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2} \end{cases}}$ } Ley de Coulomb — para cargas puntuales, en reposo, el medio es el vacío o el aire

$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'} = K_0 \frac{q \cdot q'}{r^2 \cdot q'} \vec{u}_r = K_0 \frac{q}{r^2} \vec{u}_r$ = campo eléctrico (N/C)

Carga por longitud: $\lambda = \frac{dq}{dl}$ // $\lambda = \frac{q}{l}$

" " superficie: $\sigma = \frac{dq}{dS}$ // $\sigma = \frac{q}{S}$ *

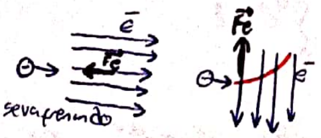
" " volumen: $\rho = \frac{dq}{dV}$ // $\rho = \frac{Q}{V}$ | fin

- Campo eléctrico en una masa: La carga: $dq = \rho \cdot dv$ $\xrightarrow{\text{campo eléctrico}}$ $\boxed{d\vec{E} = K_0 \cdot \frac{dq}{r^2} \vec{u}_r}$ $\xrightarrow{\text{sumar todos los campos}}$ $\int d\vec{E} = K_0 \int \frac{dq}{r^2} \vec{u}_r$ (integral definida) $\Rightarrow \int d\vec{E} = K_0 \cdot \lambda \int \frac{dl}{r^2} (\vec{u}_r)$ ← Dividimos el valor de integrar

  depende de la superficie
  * por una volum *

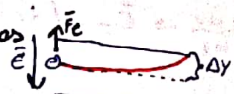
- Campo eléctrico sobre un eje de carga lineal finita: $\vec{E} = K_0 \frac{\lambda L}{d(L+d)} \vec{i}$
- Campo eléctrico de una distribución lineal de carga: si no es ∞ → $\vec{E} = 2K_0 \frac{\lambda}{a} \operatorname{sen}\theta_0 \vec{j}$; si es ∞ → $\vec{E} = 2K_0 \frac{\lambda}{a} \vec{j}$
- Campo eléctrico por un anillo de carga: $\vec{E} = K_0 \frac{Qx}{(a^2 + x^2)^{3/2}} \vec{i}$ (a = radio, x = distancia)

- Principio de superposición: $\vec{E}_t = \vec{E}_{q'} + \vec{E}_q$
- Movimiento de partículas cargadas en un campo eléctrico uniforme



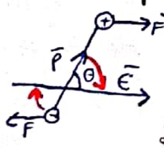
$\vec{a} = \frac{q}{m} \cdot \vec{E}$; $F_{eléctrica} = q \cdot \vec{E}$

- Movimiento de partículas cargadas entre placas



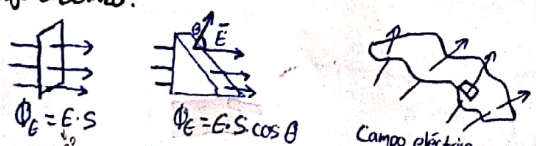
$\begin{cases} \cdot \Delta y = \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} \frac{|q| E}{m} t^2 = \frac{1}{2} \frac{|q| E}{m} \cdot \frac{x^2}{V_0^2} \\ \cdot F_{eléctrica} = m a_y = |q| \vec{E} \to a_y = \frac{|q| \cdot E}{m} = N \end{cases}$

- Momento dipolar eléctrico: $\vec{p} = q \vec{\ell}$ (q: unidad 2 cargas) (sentido: de − a +)



$\tau = \vec{\ell} \times \vec{F} = \vec{\ell} \times q \cdot \vec{E} = \vec{p} \times \vec{E}$ (τ: momento de torsión)

- Flujo eléctrico:



$\Phi_E = E \cdot S$; $\Phi_E = E \cdot S \cos\theta$ — θ: perpendicular a la superficie

Campo eléctrico no uniforme: $d\Phi_E = \vec{E} \cdot d\vec{S} = E\, dS \cos\theta$

abierta → $\Phi_E = \iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$; cerrada → $\Phi_E = \oint\!\!\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$

(para cualquier sup. plana) $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{S}$

Unidad $= \frac{N}{C} \cdot m^2 = J \cdot \frac{m}{C}$; $\frac{N}{C} \cdot m^2 / J \cdot \frac{m}{C}$

(La partícula va en el sentido del campo si es ⊕, si no, al revés.

→ ⊕ → $W_e(A \to B) = U_A - U_B > 0$ ($U_A > U_B$)

← ⊖ → $W_e(B \to A) = U_B - U_A > 0$ ($U_B > U_A$))

- Ley de Gauss (superficie cerrada) (N/C·m²)

  Flujo neto: $\Phi_{neto} = \oint\!\!\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{interna}}{\varepsilon_0}$; $\Phi_{neto} = \frac{q_1 + q_2}{\varepsilon_0}$ (si hay 2 cargas)

  → Aplicaciones

  $\vec{E}_r = 2K_0 \frac{\lambda}{r} \cdot \vec{u}_{radial}$; $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{u} \cdot dx$; (Al ser Ley Gauss la $S = 4\pi r^2$)

  $r \le R$: $\vec{E} = K_0 \cdot \frac{Q_{int}}{r^2} \vec{u} = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r \vec{u}$

  $r > R$: $\vec{E} = K_0 \cdot \frac{Q}{r^2} \vec{u} = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} \cdot \frac{R^3}{r^2} \cdot \vec{u} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_{total}}{r^2}$

  (nC) (Hay que multiplicar todas las cargas por 10^{-9})

- Energía potencial electrostática

$W_e(A \to B) = \int_A^B \vec{F}_e \cdot d\vec{\ell} = \int_A^B K_0 \frac{q \cdot q'}{r^2} \cdot \vec{u}_r \cdot d\vec{\ell} = K_0 \cdot q \cdot q' \int_A^B \frac{1}{r^2} \cdot \cos\theta \cdot dl = K_0 q q' \int_{r_A}^{r_B} \frac{dr}{r^2} = K_0 \cdot q \cdot q' \left[-\frac{1}{r}\right]_{r_A}^{r_B} = K_0 q q' \left[\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right]$;

$W_e(A \to B) = U_A - U_B = -\Delta U = K_0 \cdot q \cdot q' \left[\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right]$ (U: energía potencial) (se pone y va) (Si $W_e < 0$ el trabajo lo hace un agente externo; si no, el trabajo lo hace el campo)

- **Energía potencial de una carga q' en un punto del campo creado por otra carga puntual q**

$W_C(A\to\infty) = U = K_0 \cdot \dfrac{q \cdot q'}{r}$ = q y q' las ponemos con su signo (q: quien crea el campo; r: distancia que los separa)

↳ **Sistema constituido por n cargas puntuales**

$U = K_0\left(\dfrac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}} + \dfrac{q_1 \cdot q_3}{r_{13}} + \dfrac{q_2 \cdot q_3}{r_{23}}\right)$

(Si $U<0$: el trabajo necesario a realizar por un agente externo para llevar las cargas a ∞
Si $U>0$: el trabajo necesario para separarlas a una distancia ∞ que hace el campo)

- **Potencial eléctrico** (Unidad: Voltio; $1V = 1J/C$) (Lo usamos para calcular el trabajo del campo cuando conocemos la diferencia de potencial)

$W_C(A\to B) = \int_A^B \vec{F_C} \cdot d\vec{r} = \int_A^B q' \cdot \vec{E} \cdot d\vec{r} = q' \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r} = -\Delta U = (U_A - U_B)$

$\dfrac{W_C(A\to B)}{q'} = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r} = \dfrac{U_A - U_B}{q'} = V_A - V_B = -\Delta V$

$W_C(A\to B) = q'(V_A - V_B)$

- **Potencial eléctrico de un punto** (Voltio): cuando no le influye nada

$V = \dfrac{U}{q'} = \dfrac{K_0 \cdot \frac{q \cdot q'}{r}}{q'} = K_0 \cdot \dfrac{q}{r}$ (U: energía potencial)

- **Potencial eléctrico de un punto del campo si el campo está creado por n cargas puntuales**

$V_A = K_0\left(\dfrac{q_1}{r_1} + \dfrac{q_2}{r_2} + \dfrac{q_3}{r_3}\right)$ Hay que poner los signos de las cargas

- **Gradiente potencial**: indica la variación en el potencial cuando nos movemos en un campo eléctrico

$U_B - U_A = -\int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l} = -q_0 \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$ (final - inicial)

$\Delta V = V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$

$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{l} \longrightarrow E_x = -\dfrac{\partial V}{\partial x}$; $E_y = -\dfrac{\partial V}{\partial y}$; $E_z = -\dfrac{\partial V}{\partial z} \to \vec{E} = -\left(\dfrac{\partial V}{\partial x}\vec{i} + \dfrac{\partial V}{\partial y}\vec{j} + \dfrac{\partial V}{\partial z}\vec{k}\right)$

(cómo cambia en x ... en y ... en z)

- $\vec{E} = -\nabla V$

UNIDADES
(mili C $= 10^{-3}$ (m); micro C $= 10^{-6}$ (μ); nano C $= 10^{-9}$ (n); pico C $= 10^{-12}$ (p))

- **Materiales aislantes**: (el campo eléctrico es cero dentro del material)
  - Campo eléctrico fuera del conductor: $\vec{E} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{u_s}$
  - Conductor irregular: $\sigma_1 \cdot R_1 = \sigma_2 \cdot R_2$
  - Potencial: $V = K_0 \cdot \dfrac{q}{R}$

    $V_1 = V_2$ o—o
  - Conservación de carga: $Q_1 + Q_2 = Q'_1 + Q'_2$
  - Capacidad: $C = \dfrac{Q}{V}$ (V: potencial) (depende de la geometría); Esferas: $4\pi\varepsilon_0 R$

UNIDADES ($1F = 1C/V$)
($1\mu F = 10^{-6}F$; $1nF = 10^{-9}F$; $1pF = 10^{-12}F$)

- **Capacidad condensador:**

$C = \dfrac{Q_+}{V_+ - V_-} = \dfrac{Q_-}{V_- - V_+}$

PLANO

$C = \varepsilon_0 \dfrac{S}{d}$ (d: distancia entre placas)

ESFERA

$C = \dfrac{R_1 \cdot R_2}{K_0(R_2 - R_1)}$

CILINDRO

$C = \dfrac{L}{2K_0 \ln\frac{r_2}{r_1}}$

- **Asociación de condensadores** ($\mathcal{E} = V_a - V_b = V_{ab}$)

EN SERIE

$\dfrac{1}{C_{eq}} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2}$

$Q_{TOTAL} = Q_1 = Q_2$

$V_a - V_b = (V_a - V_m) + (V_m - V_b)$

$C_1 = \dfrac{Q_1}{(V_a - V_m)}$; $C_2 = \dfrac{Q_2}{(V_m - V_b)}$; $C_{eq} = \dfrac{Q_T}{(V_a - V_b)} \to \dfrac{Q_T}{C_{eq}} = \dfrac{Q_1}{C_1} + \dfrac{Q_2}{C_2}$ ...

EN PARALELO

$C_{eq} = C_1 + C_2$

$(V_a - V_b) = (V - V')_1 = (V_2 - V'_2)$ ...

$Q_{TOTAL} = Q_1 + Q_2$ ...

$Q_e = C_e \cdot V$

$U_e = \dfrac{1}{2} \cdot C_e \cdot V_{ab}^2$

Inducción mutua (Wb/A)

$$\mathcal{E}=-\frac{d\Phi_{12}}{dt}=-N_2\frac{d\Phi_{12}}{dI_1}\cdot\frac{dI_1}{dt}=-M_{12}\frac{dI_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}=-\frac{d\Phi_{21}}{dt}=-N_1\frac{d\Phi_{21}}{dI_2}\cdot\frac{dI_2}{dt}=-M_{21}\frac{dI_2}{dt}$$

$$M_{12}=M_{21}=N_2\frac{d\Phi_{12}}{dI_1}=N_1\frac{d\Phi_{21}}{dI_2}$$

Autoinducción (Wb/A)

$$\mathcal{E}=-\frac{d\Phi}{dt}=-N\frac{d\Phi_e}{dI}\cdot\frac{dI}{dt}=-L\cdot\frac{dI}{dt};\quad L=N\frac{d\Phi_e}{dI}$$

Asociación de inductores

Serie: $L_{eq}=L_1+L_2$

Paralelo: $\frac{1}{L_{eq}}=\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}$

Generador de fem sinusoidal

$$\mathcal{E}(t)=-\frac{d\Phi_m}{dt}=-\frac{d}{dt}[NBS\cdot\cos\omega t]=NBS\omega\,\text{sen}\,\omega t=\mathcal{E}_0\,\text{sen}\,\omega t$$

Energía almacenada en un inductor

$U=\frac{1}{2}\cdot L\cdot I^2 \xrightarrow{\text{sol}} L=\mu_0\cdot\frac{N^2}{L_s}\cdot S$

$B=\mu_0\cdot\frac{N}{L_s}\cdot I$

Densidad de energía del campo magnético

$$\eta_B=\frac{U}{V_s}=\frac{1}{2}\cdot\frac{B^2}{\mu_0}$$

Corriente de desplazamiento

Ondas

$$I_d=\varepsilon_0\cdot\frac{d\Phi_E}{dt}$$

Ley de Ampere-Maxwell (una corriente en un campo eléctrico variable crea un campo mag.)

$$\oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0\left(I+\varepsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt}\right)$$

Ondas electromagnéticas

$y_1(x,t)=y_0\cdot\text{sen}(kx-\omega t)$ sen. positivo ; $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ (nº de ondas / long. de onda) ; $\lambda\nu=v$ m/s

$y_2(x,t)=y_0\cdot\text{sen}(kx+\omega t)$ sen. negativo ; $\omega=kv=2\pi\nu$

; $T=\frac{2\pi}{\omega}$ periodo (segundos) ; ω frecuencia (rad/s)

Ecuaciones de ondas electromagnéticas (onda de forma 2) (y se propaga siguiendo eje x)

Relaciona campo eléctrico y espacio/tiempo: $\frac{\partial^2\vec{E}(x,t)}{\partial x^2}=\mu_0\varepsilon_0\frac{\partial^2\vec{E}(x,t)}{\partial t^2}$; Relaciona campo mag. y espacio/tiempo: $\frac{\partial^2\vec{B}(x,t)}{\partial x^2}=\mu_0\cdot\varepsilon_0\cdot\frac{\partial^2\vec{B}(x,t)}{\partial t^2}$

$\vec{E}(x,t)=E_0\,\text{sen}(kx-\omega t)\cdot\vec{j}$

$\vec{B}(x,t)=B_0\,\text{sen}(kx-\omega t)\cdot\vec{k}$

$B_0=\frac{E_0}{c}$

$\vec{E}(x,t)=E_0\cdot\text{sen}(kx-\omega t)\,\vec{k}$

$\vec{B}(x,t)=B_0\,\text{sen}(kx-\omega t)\,\vec{j}$

La velocidad de propagación es ∞ $c=\frac{1}{\sqrt{\mu_0\cdot\varepsilon_0}}\approx 3\cdot10^8$ m/s

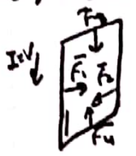
Relación entre módulos: $B_0\cdot c=E_0$

sentido onda: $\vec{E}\times\vec{B}$

$\vec{k}\times\vec{i}=\vec{j}$

Campo magnético

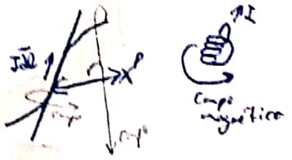
- $\vec{F}_m = q(\vec{v}\times\vec{B})$ (1T = 1N/C·m/s) $\quad 1G = 10^{-4}T \quad E_c = \frac{m\cdot v^2}{2} \quad 1\,KeV \to 10^3\,eV$
- sentido: F, v, B (Einstein) ...
  la $\vec{F}_m$ no realiza trabajo sobre la partícula
- Radio de curvatura = $R = \frac{m\,v_\perp}{|q|\cdot B}$
- Periodo = $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{|q|B}$ $\quad$ Paso de hélice: $d = v_\parallel \cdot T = \frac{2\pi\cdot m v_\parallel}{|q|\cdot B}$ $\quad \mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$
- Frecuencia: $\omega = \frac{v}{R} = \frac{|q|\,B}{m}$
- Fuerza de Lorentz: $\vec{F} = q\cdot\vec{E} + q(\vec{v}\times\vec{B})$ $\quad \vec{F}_m,\ \vec{F}_E,\ v$
- Fuerza magnética sobre un hilo conductor rectilíneo / Fuerza magnética sobre un hilo conductor no rectilíneo
  $\vec{F} = I\cdot\vec{L}\times\vec{B}$ / $\varepsilon_i = vBL$ $\qquad \vec{F} = I\left(\int_L d\vec{l}\right)\times\vec{B}$
  intensidad, vector, longitud del conductor
- Fuerza magnética sobre un hilo conductor cerrado / Fuerza magnética sobre una espira de corriente
  $\vec{F} = 0$



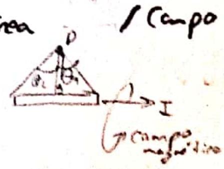
$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$, $\vec{F}_3 = -\vec{F}_4$ $\Big\}\ \vec{F}_i = 0$ $\qquad \vec{F}_i = I\cdot\vec{L}_i\times\vec{B}$

Momento dipolar magnético
Torsión: $\vec{\tau} = \vec{M}\times\vec{B}$
$\vec{M} = I\cdot\vec{S}$ / $\vec{M}_N = N\,I\cdot S$ (N = vueltas (bobinas))

- Campo magnético originado por un elemento de corriente / Ley de Biot y Savart
  $d\vec{B} = K_m \frac{I d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2}$, $K_m = 10^{-7}\,N/A^2$



- Campo magnético creado por una corriente rectilínea / Campo magnético creado por una espira de corriente
  $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I}{a}\left[\sin\theta_1 + \sin\theta_2\right]$ (a: distancia del pto a la recta)



$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2}\cdot\frac{I\cdot R^2}{(R^2+a^2)^{3/2}}\cdot\vec{i}$ (R: radio; a: distancia al pto)
los dedos son el campo y el pulgar es la I, ... indica el campo

- Fuerza magnética entre corrientes paralelas.
  $d\vec{F}_2 = I_2\,d\vec{l}_2\times\vec{B}_1 \to dF_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_1\cdot I_2}{d}\cdot dl_2 \to F_2 = \int\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_1\cdot I_2}{d}\,dl_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1 I_2}{d}\int dl_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_1 I_2}{d}\cdot L_2$
  $B_1 = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_1}{d}$
  $F_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_1\cdot I_2}{d}\cdot L_2$, $F_1 = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_1 I_2}{d}\cdot L_1$ — si la intensidad va en el mismo sentido se atraen con esta fuerza y si no se repelen con la misma fuerza
- Ley de Ampère (camino I = cte) $\oint\vec{B}\,d\vec{l} = \mu_0\cdot I$; $BL = \mu_0\cdot I_{neta}$; corriente y campo creado por la corriente
  - campo magnético creado por toroide: $B = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{NI}{r}$
  - Campo magnético creado por un solenoide: $B = \mu_0\,n\,I$, $n = \frac{N}{L}$ (N = espiras) $\quad$ Flujo: $\Phi = N\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}$, $NB\int_S dS\cos\theta$
- Flujo magnético. Ley de Gauss para el campo magnético ($T\cdot m^2$)
  $\iint_S \vec{B}\cdot d\vec{S}$ — superficie abierta $\quad \oiint\vec{B}\cdot d\vec{S} = 0$ (siempre es cero) — superficie cerrada $\quad ; S = \pi\cdot R^2$
- Vector magnetización → Momento magnético neto del átomo → Campo magnético del material
  $\vec{M} = \frac{\text{momento magnético}}{\text{unidad de volumen}}$ $\quad \vec{m}$ atm: $\vec{m}$ orb + $\vec{m}$ spin, $\vec{m} = I\cdot\vec{S}$ $\quad \vec{B}_T = \mu_0\cdot\vec{H} + \mu_0\cdot\vec{M}$ (intensidad campo mg) $\quad \omega = \frac{\theta}{...}$
- Ley de Faraday (f.e.m inducida en circuito) → Ley de Faraday y Lenz
  $|\varepsilon| = \frac{d\Phi_m}{dt} = \frac{d}{dt}\iint_S\vec{B}\cdot d\vec{S}$ $\quad \varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{d}{dt}\iint_S\vec{B}\cdot d\vec{S}$
  f.e.m debida al mov.: $V_{ab} = |\varepsilon| = v\cdot B\cdot L$ — varilla conductora móvil en un campo mg $\quad |\varepsilon| = \frac{d\Phi_m}{dt} = vBL$ → si forma un circuito
  Trabajo y energía del proceso: Potencia entregada $= \vec{F}_{ext}\cdot\vec{v} = I\cdot L\cdot B\cdot v = \frac{vBL}{R}\cdot LBv$; Potencia disipada $= I^2 R = \frac{(vBL)^2}{R}$

- Polarización eléctrica

$$\vec{P} = \frac{n \cdot \vec{p}}{V} = \frac{Q \cdot l}{S d} = \frac{Q \cdot d}{S d} = \sigma$$

- Campo eléctrico en condensadores aislados

$$\vec{E} = \underset{\text{externo}}{E_0} - \underset{\text{interno}}{E_i} = \frac{\sigma - \sigma_i}{\varepsilon_0} \;//\; E = \frac{E_0}{K} = \frac{\sigma}{K \cdot \varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

- Condensadores con dieléctricos

$$E = \frac{E_0}{\varepsilon_r} \qquad (V_+ - V_-) = \frac{(V_+ - V_-)_0}{\varepsilon_r} \longleftarrow C = C_0 \, \varepsilon_r$$

Cuando el dieléctrico llena todo el espacio

- 2 condensadores en serie

$$C = 2\varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \left(\frac{\varepsilon_{r1} \cdot \varepsilon_{r2}}{\varepsilon_{r1} + \varepsilon_{r2}} \right)$$

2 condensadores en paralelo

$$C = \varepsilon_0 \frac{S}{d} \left(\frac{\varepsilon_{r1} + \varepsilon_{r2}}{2} \right)$$

Condensador parcialmente lleno

$$C = 2 \varepsilon_r \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \left(\frac{1}{1 + \varepsilon_r} \right)$$

ε_r = permitividad dieléctrica relativa

Condensador parcialmente lleno

$$C = \varepsilon_0 \frac{S}{d} \left(\frac{1 + \varepsilon_r}{2} \right)$$

- Energía del campo eléctrico

$$\eta_E = \frac{1}{2} \cdot \varepsilon_0 \, E^2 \qquad U = \frac{1}{2} \cdot \varepsilon_0 \cdot E^2 \cdot V$$

ENERGÍA POR UNIDAD DE VOLUMEN J/m^3 — PARA UN CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME

- Intensidad $(1A = \frac{1C}{1s})$

$$I = \frac{Q}{t} \qquad I = \frac{dQ}{dt}$$

En tiempos muy pequeños

se pone el sentido de los protones

$$E = (V_A - V_B)$$

$V_A > V_B$

$$I = q \cdot n \cdot S \, v_d \longrightarrow \frac{I}{S} = J = q \cdot n \cdot v_d \rightarrow \vec{J} = q \cdot n \cdot \vec{v}_d$$

$n = \frac{dN}{dV}$

- Densidad de corriente

- Para cualquier tipo de corriente $\rightarrow I = \iint_S \vec{J} \cdot d\vec{S}$
- Para corrientes con 2 diferentes tipos de portadores $\rightarrow \vec{J} = \sum_{i=1}^{n} n_i \, q_i \cdot \vec{v}_{d_i}$
- Ley de Ohm $(1\Omega = 1V/A)$

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R}$$

- Resistencia del conductor (R)

$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{S} \qquad R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

- Resistividad $(\Omega\, m)$

$$\rho = \frac{l}{S}$$

- Asociación de resistencias

En serie

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

En paralelo

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

- Ley de Joule (energía en forma de calor) (Julios)

$$P = (V_a - V_b) \, I = I^2 \cdot R = \frac{(V_a - V_b)^2}{R}$$

- Fuerza electromotriz

$$\mathcal{E} = \frac{dW}{dq} \rightarrow P = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dt} \cdot \frac{dq}{dq} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = \mathcal{E} I \rightarrow P_{suministrada} = \mathcal{E} \cdot I$$

- $P_{consumida} = I^2 (r + R)$

- Ley de Ohm generalizada

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \rightarrow \mathcal{E} I = I^2 \cdot r + I^2 R \rightarrow \mathcal{E} I = I^2 \cdot r + I \, (V_a - V_b) \rightarrow V_a - V_b = \mathcal{E} - I r$$