FORMULARI/FORMULARIO

TEMA 1: EFECTOS ELÉCTRICOS DE CARGAS PUNTUALES

Fuerza eléctrica sobre carga q_0 por cargas puntuales q_i: $\vec{F} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = K \cdot q_0 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_i^2} \cdot \vec{u}_i$

Campo eléctrico creado por varias cargas puntuales: $\vec{E} = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i = K \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_i^2} \cdot \vec{u}_i$

Potencial eléctrico creado por varias cargas puntuales: $V = K \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_i}$

Relación entre vector campo eléctrico y potencial: $\vec{E} = -\nabla V; \quad V_b - V_a = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$

Trabajo para llevar q_0 desde punto 1 hasta 2 y relación con potencial y energía potencial:

$$W = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = q_0 (V_2 - V_1) = -\Delta U$$

Momento dipolar de un dipolo eléctrico: $\vec{p} = q \cdot \vec{d}$

Momento (par de fuerzas) sobre un dipolo $\vec{p}$ inmerso en un campo eléctrico: $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

Energía potencial de un dipolo $\vec{p}$ inmerso en un campo eléctrico: $U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$

Aceleración de una partícula cargada en un campo eléctrico: $\vec{a} = q \cdot \vec{E} / m$

Energía de una partícula cargada moviéndose en campo eléctrico $E = E_C + U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + q \cdot V$

TEMA 2: DISTRIBUCIONES DE CARGA. CAPACIDAD Y ENERGÍA ELECTROSTÁTICA

Densidad lineal, superficial y volumétrica de carga: $\lambda = \frac{dq}{dl}; \quad \sigma = \frac{dq}{dS}; \quad \rho = \frac{dq}{dV}$

Flujo eléctrico a través de una superficie abierta: $\phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$

Ley de Gauss (flujo eléctrico a través de una superficie cerrada): $\int_{SC} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{encerrada}}{\varepsilon_0}$

Campo eléctrico creado por una línea cargada con λ: $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$

Campo eléctrico en proximidades de plano indefinido $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$;

Campo eléctrico en proximidades de superficie conductor $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

Capacidad de un condensador : $C = \frac{Q}{V}$ Condensador plano-paralelo: $C = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{d}$

Condensador cilíndrico(R_b>R_a): $C = \frac{2\pi \varepsilon_0 \cdot L}{\ln(R_b / R_a)}$ Diferencia potencial: $V = E \cdot d$

Asociación de condensadores: en serie: $\frac{1}{C_T} = \sum_i \frac{1}{C_i}$; y paralelo: $C_T = \sum_i C_i$;

Condensador con dieléctrico: $C = k \cdot C_0$; $V = \frac{V_0}{k}$; $E = \frac{E_0}{k}$; $\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = k$

Energía almacenada en un condensador: $U = \frac{1}{2} Q \cdot V = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C \cdot V^2$

Densidad de energía y energía total del campo eléctrico: $u_E = \frac{1}{2} \cdot \varepsilon_0 \cdot E^2$; $U = \int_V u_E \cdot dV$

TEMA 3: CORRIENTES ELÉCTRICAS

Intensidad de corriente: $I = \frac{dQ}{dt}$ $I = n\, q\, S\, v_a$

Densidad de corriente: $\vec{j} = \frac{dI}{dS_N}\vec{u}$ $\Rightarrow$ $I = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$ *j* uniforme: $j = \frac{I}{S_N} = n\, q\, v_a$

Ley de Ohm: $V = R \cdot I$;

Resistencia: $R = \rho \cdot \frac{L}{S}$;

Conductividad: $\sigma = \frac{1}{\rho}$

Asociación de resistencias en serie: $R_e = \sum_i R_i$; y en paralelo: $\frac{1}{R_e} = \sum_i \frac{1}{R_i}$

Ley de Ohm vectorial: $\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$;

Potencia aportada a un tramo de circuito recorrido por *I*: $P = I \cdot V$

Potencia disipada en resistencia: $P = I^2 R = \frac{V^2}{R}$;

Corriente en un diodo en relación con la tensión V aplicada: $I = I_0 \left[\exp\left(V / V_T \right) - 1 \right]$

Siendo $V_T \cong 25.85$ mV a 300 K, e $I_0 \cong 10^{-12}$ A

TEMA 4: FUNDAMENTOS DE MAGNETISMO

Fuerza magnética carga q con velocidad $\vec{v}$ en $\vec{B}$: $\vec{F}_m = q \cdot \left(\vec{v} \times \vec{B} \right)$

Fuerza de Lorentz: $\vec{F} = q \cdot \left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} \right)$

Partícula cargada en interior de campo magnético uniforme, siendo $\vec{v}$ perpendicular a $\vec{B}$:

Movimiento circular uniforme de radio: $r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$ $w = \frac{v}{r} = \frac{q}{m} \cdot B$ $w = 2\pi f$ $f = \frac{1}{T}$

Fuerza sobre un tramo recto de corriente: $\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B}$

Fuerza sobre un tramo cualquiera de corriente: $\vec{F} = I \cdot \int_L d\vec{l} \times \vec{B}$

Fuerza por unidad de longitud entre corrientes rectilíneas: $f = \frac{F}{l} = \frac{\mu_0\, I_1 \cdot I_2}{2\pi\, d}$

Momento dipolar magnético: $\vec{m} = I \cdot \vec{S}$;

Espira de momento dipolar $\vec{m}$ inmersa en un campo magnético :

Momento: $\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B}$ y energía potencial: $U = -\vec{m} \cdot \vec{B}$;

Ley de Biot-Savart: $\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\int\frac{I\,d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2}$

Campo magnético en el centro de una espira circular de radio R: $B=\frac{\mu_0\cdot I}{2R}$

Flujo de campo magnético : $\phi_B=\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}$; Ley de Gauss para campo magnético: $\phi_B=\oint_{SC}\vec{B}\cdot d\vec{S}=0$

Ley de Ampère: $\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0\cdot I_e$

Campo magnético corriente rectilínea: $B=\frac{\mu_0\cdot I}{2\pi r}$ y en el interior de solenoide: $B=\mu_0\cdot n\cdot I$

TEMA 5: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

F.e.m. inducida: $\varepsilon=-\frac{d\phi}{dt}$ $\varepsilon=\oint_l \vec{E}\cdot d\vec{l}$ $\Rightarrow$ $\oint_l \vec{E}\cdot d\vec{l}=-\frac{d}{dt}\left(\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}\right)$

Flujo magnético de N espiras que giran con *w constante* en *B* uniforme:

$$\phi = NBS\ \cos\ wt \qquad \text{Siendo: } w=\frac{2\pi}{T};\quad T=\frac{1}{f};\quad w=2\pi f$$

Autoinducción $L=\frac{\phi_B}{I}$ $\Rightarrow$ $\varepsilon=-L\frac{dI}{dt}$

Autoinducción en un solenoide: $L=\frac{\phi_B}{I}=\mu_0\frac{N^2S}{l}=\mu_0 n^2 S\, l$

Asociación de autoinducciones: en serie: $L_e=\sum_i L_i$ y en paralelo: $\frac{1}{L_e}=\sum_i\frac{1}{L_i}$

Energía almacenada en autoinducción : $U=\frac{1}{2}L\cdot I^2$

Densidad de energía y energía magnética: $u_B=\frac{1}{2}\cdot\frac{B^2}{\mu_0}$ $U_B=\int_V u_B\, dV$

Campo en un material: $\vec{B}=\mu_0(\vec{H}+\vec{M})=\mu H=\mu_r\vec{B}_{ext}$

TEMA 6: ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Ecuaciones de Maxwell

$$\oint\vec{E}\bullet d\vec{S}=\frac{q_i}{\varepsilon_0}$$

$$\oint\vec{B}\bullet d\vec{S}=0$$

$$\oint\vec{E}\bullet d\vec{l}=-\frac{d}{dt}\int\vec{B}\bullet d\vec{S}$$

$$\oint\vec{B}\bullet d\vec{l}=\mu_0 I+\mu_0\varepsilon_0\frac{d}{dt}\int\vec{E}\bullet d\vec{S}$$

Y

Ejemplo: expresiones del campo eléctrico y magnético si la propagación se realiza en sentido positivo del eje

$$E_Z(y,t)=E_0\sin(\omega t-ky)$$
$$B_X(y,t)=B_0\sin(\omega t-ky)$$

Velocidad de la onda: $\mathrm{v}=\frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$; $c=\frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}=2.995\cdot10^8 m/s$

Vector de Poynting: $\vec{S} = \dfrac{\vec{E} \times \vec{B}}{\mu_0}$ [W/ m^2]

Intensidad media: $I_m = S_m = \dfrac{1}{2\mu_0} E_0 B_0 = \dfrac{1}{2} \varepsilon_0 E_0^2 c = \dfrac{c B_0^2}{2\mu_0}$ [W/m^2]

Densidad de energía electromagnética: $u = u_E + u_B = \dfrac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 + \dfrac{B^2}{2\mu_0} = \varepsilon_0 E^2 = B^2 / \mu_0$

Índice de refracción: $n = \sqrt{\varepsilon_r \mu_r} = \dfrac{c}{v}$

TEMA 7: CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

Generador real: $V_+ - V_- = \varepsilon - I \cdot r$; Motor real: $V_+ - V_- = \varepsilon' + I \cdot r'$

Intensidad para una sola malla: $I = \dfrac{\sum_i \varepsilon_i}{R_T}$; Más de una malla: métodos de resolución de circuitos

Diferencia de potencial: $V_A - V_B = \sum_i I_i \cdot R_i - \sum_j \varepsilon_j$

Generador real, potencia aportada: $P_{AP} = \varepsilon I - I^2 \cdot r$

Receptor real, potencia consumida: $P_C = \varepsilon I + I^2 \cdot r$

TEMA 8: CORRIENTE ALTERNA

Corriente y voltaje alternos: $I = I_0 \cdot sen(wt + \alpha)$; $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot sen(wt + \theta)$; $\varepsilon_0 = NBSw$

Representación fasorial: $\bar{\varepsilon} = \varepsilon_e \underline{|\theta}$ $\bar{I} = I_e \underline{|\alpha}$

Valores eficaces: $I_e = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$ $\varepsilon_e = \dfrac{\varepsilon_0}{\sqrt{2}}$

Resistencia: $\overline{R} = \dfrac{\overline{V}}{\overline{I}} = \dfrac{V_e \underline{|\varphi}}{I_e \underline{|\varphi}} = R \underline{|0^{\circ}} = R$

Reactancia inductiva: $\overline{X}_L = \dfrac{\overline{V}}{\overline{I}} = \dfrac{V_e \underline{|\varphi}}{I_e \underline{|\varphi - 90^{\circ}}} = X_L \underline{|90^{\circ}} = j X_L$ siendo: $X_L = Lw$

Reactancia capacitiva: $\overline{X}_C = \dfrac{\overline{V}}{\overline{I}} = \dfrac{V_e \underline{|\varphi}}{I_e \underline{|\varphi + 90^{\circ}}} = X_L \underline{|-90^{\circ}} = -j X_C$ siendo: $X_C = 1/Cw$

Impedancia: $\overline{Z} = \dfrac{\overline{V}}{\overline{I}} = \dfrac{V \underline{|\theta}}{I \underline{|\alpha}} = Z \underline{|\varphi}$

Siendo: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (Lw - 1/Cw)^2}$ y $\varphi = arctg \dfrac{X_L - X_C}{R}$

Asociación de impedancias: Serie: $\overline{Z}_T = \sum_i \overline{Z}_i$; Paralelo: $\dfrac{1}{\overline{Z}_T} = \sum_i \dfrac{1}{\overline{Z}_i}$

Potencia compleja: $\overline{S} = S \underline{|\varphi} = \overline{V} \cdot \overline{I}^* = V_e I_e \underline{|\varphi} = P + jQ$

Siendo: $P_{aparente} = I_e V_e$; $P_{activa} = I_e V_e \cdot \cos\varphi$ y $P_{reactiva} = I_e V_e \cdot sen\,\varphi$