

Formulario Tema 1: Fundamentos de las radiaciones ionizantes

(Radioisótopos → 21 cm)

- Ley exponencial atenuación:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

- Actividad:

$$A(t) = \lambda N(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

- Act. esp. (a):

$$A_{sp} = \frac{A}{m} \left[\frac{Bq}{g} \right]$$

- $T_{1/2}$:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

- Vida media:

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

- Branching Ratio:

$$f_i = \frac{\lambda_i}{\lambda}$$

- Varias vías desint.:

$$\lambda = \sum \lambda_i$$

- Relación C → Bq:

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

- Desint. α , puma:

$${}_Z^AX_N \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y_{N-2} + {}_2^4\text{He}$$

- Energía α (d. No Rel.:

$$T_\alpha = Q_\alpha \left(1 - \frac{4}{A} \right)$$

- Balance energético, d.:

$$Q_\alpha = T_\alpha + T_\gamma = (M(A,Z) - M(A-4,Z-2) - M(4,2))c^2$$

- Ley Geiger-Nuttall (cualquier puma):

$$\log_{10} T_{1/2} = -57.5 \log Q_\alpha + \text{cte}$$

- helicidad v y \bar{v} : modo 2 hijo

$$h(v) = \frac{E}{pc} = \pm 1 \quad [h(\bar{v}) = \mp 1]$$

- Desint. β^- puma:

$${}_Z^AX_N \rightarrow {}_Z^AY_{N-1} + \beta^- + \bar{\nu}_e$$

- Energía des. β^- :

$$Q_{\beta^-} = [M(A,Z) - M(A,Z+1)]c^2$$

- Desint. β^+ puma:

$${}_Z^AX_N \rightarrow {}_Z^AY_{N-1} + \beta^+ + \nu_e$$

- Energía desint. β^+ :

$$Q_{\beta^+} = [M(A,Z) - M(A,Z-1) - 2m_e]c^2$$

- Captura electrónica, puma:

$${}_Z^AX_N + e^- \rightarrow {}_Z^AY_{N-1} + \nu_e$$

- Balance energético, captura:

$$Q_K = [M(A,Z) - M(A,Z-1)]c^2 - E_K$$

- Desint. γ Núcleo excitado:

$$E_\gamma = \Delta E = \frac{(\Delta E)^2}{2mc^2}$$

- Prob. de campo radiación:

$$\pi(E_L) = (-1)^{L+1}$$

Partículas cargadas EPC

Interacción radiación y materia → TOD

PC: Poder frenado:

$$S = -dE/dx$$

- Poder frenado máximo:

$$S_m = \frac{-dE}{dx} \left[\frac{Jm^{-1}}{g} \right]$$

PC: Fórmula de Bethe-Bloch: $(S + Z, Z, \beta, \rho)$

$$S = \left(\frac{dE}{dx} \right) = 4\pi r_e^2 m_e c^2 \frac{N_A Z^2}{\beta^2} \left[\ln \frac{2m_e c^2 \beta^2}{I} - \ln(1 - \beta^2) - \beta^2 \right]$$

- PC: Relación rangos:

$$\frac{R_1 Z_1^2}{m_1} = \frac{R_2 Z_2^2}{m_2}$$

- PC: tiempo frenado:

$$t = 1.2 \cdot 10^{-7} A \sqrt{\frac{m}{T}} \text{ s}$$

Ángulo cono de luz:

$$\sin \alpha = \frac{1}{\beta \gamma}$$

- Señal de radiación:

$$S_m \propto \frac{1}{137} \left(\frac{e^2}{m_e c^2} \right)^2 \frac{N_A Z^2 (Z+1)}{I}$$

ER: Electrones rápidos

- ER: Radiación Cerenkov:

$$T_{umb} = m_e c^2 \left[\sqrt{1 + \frac{1}{n^2 - 1}} - 1 \right]$$

- Ángulo saliente:

$$\cos \alpha = \frac{1}{\beta \gamma}$$

- ER Bremsstrahlung:

$$S_m \propto \frac{1}{137} \left(\frac{e^2}{m_e c^2} \right)^2 \frac{N_A Z^2 (Z+1)}{I}$$

- ER: Reabsorción radiación y colisión:

$$\frac{(-dE/dx)_{rad}}{(-dE/dx)_{col}} = \frac{T_2}{n} = \frac{T_2}{204 \text{ eV}}$$

- Energía crítica:

$$E_c = \frac{700 \text{ MeV}}{Z}$$

- Atenuación exponencial simple (No carga):

$$N_2 = N_0 e^{-\mu x}$$

- Atenuación haz ancho:

$$R_2 = R_0 e^{-\mu_{en} x}$$

- Recomendado libro medio:

$$\lambda = \frac{1}{\mu}$$

- Energía crítica para radiación:

$$E_c = \frac{300 \text{ MeV}}{Z+2}$$

- Longitud de onda de Compton:

$$h\nu_L = \frac{hc}{\lambda}$$

- Efecto Compton:

$$\Delta \lambda = \lambda_p - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$$

- Efecto Compton:

$$T = h\nu \left[\frac{\frac{h\nu}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)}{1 + \frac{h\nu}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)} \right]$$

- Efecto Auger:

$$T_{Auger} = B_p - \sum_{i=1}^n B_i$$

- Producción triple: Eumb:

$$h\nu_{min} = 4m_e c^2$$

- Producción doble: Eumb:

$$h\nu_{min} = 2m_e c^2$$

- Prod. cuadruple: Eumb:

$$h\nu_{min} = 7m_e c^2$$

- Compton:

$$\sigma \propto \frac{1}{E^2}$$

- Pares:

$$\sigma \propto \frac{1}{E^2}$$

- Pares máximos:

$$\frac{dK(\text{triple})}{dK(\text{pares})} = \frac{1}{2}$$

SECCIONES EFECTIVAS

- Electrones rápidos: Bremsstrahlung:

$$\sigma \propto \frac{Z^2}{m^2 c^4}$$

- Efecto fotoeléctrico:

$$\sigma \propto \frac{Z^4}{(h\nu)^3} = \frac{Z^4}{E^3}$$

- Coef. Masero atenuación:

$$\frac{\sigma}{f} \propto \left(\frac{Z}{h\nu} \right)^3 = \left(\frac{Z}{E} \right)^3 \left(\frac{cm^2}{g} \right)$$

- Reacción par y triple:

$$\frac{dK(\text{triple})}{dK(\text{pares})} = \frac{1}{2}$$

Lo igual que Rayleigh 2 combiendo cm^2 por $h\nu$

no es el caso de Thomson ($e^- + e^- \rightarrow e^- + e^-$)

Escaneado con CamScanner

Problem 12/2/20

Formulas analizadas
Alcance en aire: $R_{\text{aire}} = 0.318 E^{1.5}$ $R_{\text{aire}} \text{ en cm}$

Alcance electronico
Alta densidad $\Rightarrow 1 \text{ mm/mm/MeV}$
Baja densidad $\Rightarrow 2 \text{ mm/mm/MeV}$

Describiendo niveles yerbos stante:
El nivel n se describe a un mismo numero electronico nuevo:
Desde " $1-1$ " hasta " $(n-1)$ "

Superficies:
 $\frac{1}{R} = \frac{\text{Pico en max 1 (3\%)}}{R_1} + \frac{\text{Pico en max 2 (2\%)}}{R_2}$

Relacion seccion y rayo y energia:
 $\sigma_1 \propto E_1$
 $E_1 \sigma_1^2 = E_2 \sigma_2^2$

Frecuencia de la luz:
 $\omega_{\text{max}} = \frac{e}{2m_e} B$ [MeV x A]

Energia umbral de reaccion:

$$E_{\text{umbral}} = -Q \frac{\sum [m_i]}{2m_b}$$

$Q = E_{\text{inicial}} - E_{\text{final}} = (\text{masa inicial} - \text{masa final}) c^2$

$\sum [m_i] \Rightarrow$ suma de todas las masas
 $m_b \Rightarrow$ masa del blanco

Alcance: $R = \frac{E^2}{m \epsilon^2}$
Ultrasonidos:
 $N = \frac{a^2}{a \lambda}$
 $\lambda \Rightarrow$ longitud de onda
 $a \Rightarrow$ profundidad
 $N \Rightarrow$ numero de ondas

Potencia radiada caso
No relativista, part. acelerada
 $\frac{dP}{d\Omega} \approx \frac{e^2 a^2}{4\pi c^3} \sin^2 \theta \propto \sin^2 \theta a^2$

Border Compton:
Cuando energia incidente al e^- es maxima:

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2(h\nu)^2}{m_0 c^2 + 2h\nu}$$

Niveles energia atomo hidrogenado
de numero atomico Z:

$$E_n = \frac{m e^4 (Z^2/2)}{(4\pi\epsilon_0)^2 n^2 h^2}$$

Energia retroceso (des. γ):
 $x^2 \rightarrow x + \gamma$

$$E_{\text{retroceso}} = \frac{E \gamma^2}{2m_x c^2}$$

Cambio energetico:
 $\Delta E = g \mu_B$
O Acoplamiento L-S $\Rightarrow g=2$ siempre.
O Efecto Zeeman $\Rightarrow g =$ Factor Lande.

Factor g magnetico:

$$\frac{g_{\text{spin}}}{g_{\text{orbital}}} = 2$$

Estructura hiperfina:

$$\vec{F} = \vec{I} + \vec{J}$$

Degeneracion estructural por nivel "n":
Degeneracion = $2n^2$

Radio Bohr unid. At.:
 $a_0 = \frac{4}{med}$

Equivalencia MPe-años luz:
 $1 \text{ p.e.c.} = 3.26 \text{ años-luz}$

Energia media de β
sabiendo T_{max} :

$$E_{\text{media}} = \frac{T_{\text{max}}}{3}$$

Configuraciones diferentes fermiones:

$$W = \frac{g_1! g_2!}{N_1! (g_1 - N_1)! N_2! (g_2 - N_2)!}$$

-Formulario Tema 1: Electromagnetismo

$$[1T = \frac{1N/C}{m/s}] \rightarrow [1T = 10^4 G]$$

Condensador en serie tiene cada uno la misma carga.

-Ley de Coulomb:

$$[F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \hat{r}]$$

-Principio de superposición:

$$[F = k q \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i]$$

-Campo eléctrico (N/C):

$$[E = \frac{F}{Q} = k \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i]$$

-Campo E dist. continua:

$$[E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \hat{r}]$$

\rightarrow lineal: $[dq = \lambda dl]$
 \rightarrow sup: $[dq = \sigma dS]$
 \rightarrow volum: $[dq = \rho dV]$

-Potencial dist. cont.

$$[V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}]$$

-Ley de Gauss:

$$[\oint E \cdot dS = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}]$$

-Der. Potencial:

$$[V(r) = -\int E \cdot dr]$$

-Potencial eléctrico:

$$[E = -\nabla V]$$

-Energía potencial:

$$[U(P) = Q V(P)]$$

\rightarrow de continuo: $[dE_m = dE_e + U] = 0$

-Capacidad:

$$[C = Q/\Delta V]$$

-Trabajo para mover carga puntual:

$$[W = \Delta U = q(V_B - V_A)]$$

-Energía almacenada condensador:

$$[U_E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV]$$

-Energía condensador plano:

$$[U_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 Sd = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 V]$$

-Dielectricos:

$$[E = E_0/\epsilon_r]$$

$$[V = V_0/\epsilon_r]$$

$$[C = \frac{Q_0}{V} = \epsilon_r C_0]$$

-Intensidad corriente:

$$[I = dq/dt]$$

-Vector densidad corriente:

$$[I = \int J \cdot dS]$$

-Continuidad:

$$[I = \sigma E S]$$

-Conductividad eléctrica:

$$[J = \sigma E]$$

$$[\sigma = \frac{nq^2}{m} \tau]$$

(d) -dipolo

-Resistividad:

$$[R = 1/\sigma]$$

-Ley Ohm:

$$[V = RI]$$

$$[R = \frac{L}{\sigma S} = \frac{L}{S} \rho]$$

-Efecto Joule, potencia:

$$[P = I V = RI^2 = \frac{V^2}{R}]$$

-Fuerza electromotriz:

$$[E = \oint f \cdot dl]$$

$$[dW = e dq]$$

$$[P = I \cdot E]$$

-Fuerza Lorentz:

$$[F_m = q \vec{v} \times \vec{B}]$$

$$[F = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})]$$

-Módulo velocidad en B:

$$[v = \frac{qBA}{m} \sin \theta]$$

-Ciclotron ($\theta = \pi/2$):

$$[v = \frac{qBA}{m}]$$

$$[R = \frac{mv}{qB}]$$

$$[T = 2\pi \frac{m}{qB}]$$

-Efecto Hall:

$$[E_H = VB]$$

$$[V_H = VB/N]$$

$$[V_H = R_H \frac{IB}{h} = \frac{IB}{nqh}]$$

Coeff. Hall: R_H

-Fm sobre hilo:

$$[F_m = I \vec{l} \times \vec{B}]$$

-Inductancia mutua:

$$[\Phi_{21} = M I_1]$$

$$[M = \frac{\mu_0 N_1 N_2}{l}]$$

-Ley Biot-Savart:

$$[dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}]$$

-Ley Ampere:

$$[\oint B \cdot dl = \mu_0 I_{enc}]$$

-Par fuerza sobre espira:

$$[\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}]$$

$$[\vec{m} = I \vec{A}]$$

$$[M = I S B \sin \theta]$$

-Relacion momento dipolo y torque:

$$[\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E} = p E \sin \theta]$$

$$[U = -\vec{p} \cdot \vec{E}]$$

$$[\vec{p} = q \vec{d}]$$

$$[\vec{p} = \alpha \vec{E}]$$

-Dipolo magnetico:

$$[\vec{\mu} = I \vec{A}]$$

$$[\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}]$$

$$[U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}]$$

-Forma de la Ley Faraday:

$$[I = \epsilon_r R = \frac{YBL}{R}]$$

$$[E = \frac{d\Phi_m}{dt}]$$

$$[\Phi_m = \int B \cdot dS]$$

$$[\frac{E^2}{R} = I^2 R]$$

$$[F = I \vec{l} \times \vec{B}]$$

-Energía magnética y eléctrica (Volumen):

$$[U_B = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{B^2}{2\mu_0} V]$$

$$[U_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 V]$$

-Transitorio circuito RL:

$$[i(t) = i(\infty) e^{-t/\tau} + \frac{E_0}{R} (1 - e^{-t/\tau})]$$

$$[i(\infty) = \frac{E_0}{R}]$$

-Carga:

$$[i(t) = i(\infty) e^{-t/\tau}]$$

-Circuito RC:

$$[C = RC]$$

$$[V(t) = V_0 e^{-t/RC} = V_0 e^{-t/\tau}]$$

$$[Q = CV(1 - e^{-t/RC})]$$

-Ecs Maxwell:

$$[\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int [\vec{J}(r,t) + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}(r,t)}{\partial t}] \cdot d\vec{S}]$$

$$[\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t}]$$

$$[\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0]$$

$$[\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{J} \cdot d\vec{S}]$$

-Corriente alterna:

$$[I(t) = \frac{V(t)}{R}]$$

$$[Q(t) = C \cdot V(t)]$$

$$[I(t) = C \frac{dV(t)}{dt}]$$

$$[V(t) = L \frac{dI(t)}{dt}]$$

-Forma alterna espira:

$$[\Phi = BS \cos(\omega t + \phi)]$$

$$[E(t) = -N \frac{d\Phi}{dt} = NBS \omega \sin(\omega t + \phi)]$$

-Valores eficaces corriente alterna:

$$[I_{ef} = \sqrt{I^2(t)}]$$

$$[I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}]$$

-Campo en un medio:

$$[B = \mu_0 H + \mu_0 M]$$

-Potencia media CA:

$$[P_{med} = \frac{1}{2} I_0 V_0 \cos \phi]$$

$$[P_{med} = I_{ef} V_{ef} \cos \phi]$$

-Fasores:

$$[\vec{V} = R \vec{I}]$$

$$[\vec{V} = \frac{1}{j\omega C} \vec{I}]$$

$$[\vec{V} = j\omega L \vec{I}]$$

$$[\vec{X}_C = \frac{1}{\omega C}]$$

$$[\vec{X}_L = \omega L]$$

-Ecu onda:

$$[\nabla^2 \vec{E} - \mu \epsilon \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0]$$

$$[\nabla^2 \vec{H} - \mu \epsilon \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} = 0]$$

-Velocidad onda EM:

$$[c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}]$$

-Amplitud E y B onda armonica:

$$[E = cB]$$

$$[\vec{E} = \vec{B} \times \vec{c}]$$

-Densidad energía almacenada OEA:

$$[U_E = U_B = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2\mu_0} B^2]$$

$$[U = \frac{B^2}{2\mu_0} = \epsilon_0 E^2 = \frac{EB}{\mu_0}]$$

-Intensidad instantánea OEA:

$$[I_{inst} = V \cdot C = \epsilon_0 E^2 = \frac{CB^2}{\mu_0} = \frac{EB}{\mu_0}]$$

-Vector de Poynting:

$$[\vec{S}(r,t) = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}]$$

$$[S = \frac{E^2}{\mu_0 c}]$$

$$[I_{med} = \frac{1}{2} \frac{E_0 B_0}{\mu_0}]$$

- Susceptibilidad dieléctrica:

$$[\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}] \Rightarrow [\epsilon = \epsilon_0 (1 + \chi_e)]$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

- Coef. autoinducción mutua en bobinas:

$$[L = \mu n^2 S]$$

- Fuerza/F corrientes paralelas:

$$[F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{d}]$$

↳ Máximo atractivo > Atractivo
Dentro de límite de atracción

- Para medios materiales:

$$[\epsilon_0 \leftrightarrow \epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r]$$

- Vectores \vec{B} y \vec{H} :

$$[\vec{B} = \epsilon_0 \vec{E}] \quad [\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}]$$

- Tiempo relajación τ :

$$[\tau = \frac{\epsilon}{\sigma}]$$

- Asociación resistencias:

Paralelo $\rightarrow [R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}]$

Series $\rightarrow [R = R_1 + R_2]$

- Asociación bobinas:

Paralelo $\rightarrow [L = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}}]$

Series $\rightarrow [L = L_1 + L_2]$

- Asociación condensadores:

Paralelo $\rightarrow [C = C_1 + C_2]$

Series $\rightarrow [C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}]$

- Potencia reflejada cable:

Reflexión $\rightarrow [P_r = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}]$

[$P_r = |\Gamma_L|^2 P_i$] Z_L terminación
Reflexión incidente Z_0 cable;

- Decibelios:

$$[dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}]$$

- Coef. Acoplamiento inductancia mutua:

$$[k = \frac{M}{\sqrt{L_{11} L_{22}}}]$$

↳ inductancia mutua
autoinductancias

- Potencial Vectorial magnético:

$$[\vec{B} = \nabla \times \vec{A}]$$

- Circuito RLC Serie:

$$[\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}]; [P_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}]$$

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{\omega_0 C}{R}$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Campos eléctricos:

- Hilo recto infinito:

$$[\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 R} \hat{r}]$$

Dentro cilindro $\Rightarrow [E(r) = \frac{\rho r}{2\epsilon_0}]$

- Campo esfera cargada:

$$[\vec{E} = \begin{cases} \frac{\rho r}{3\epsilon_0} & \text{si } r < R \\ \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 r^2} \hat{r} & \text{si } r \geq R \end{cases}]$$

- Campo plano cargado infinito:

$$[\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \text{sign}(y) \hat{y}]$$

- Campo eléctrico conductor:

Dentro $\Rightarrow [\vec{E} = 0]$

En superficie $(U) \Rightarrow [\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \hat{n}]$

- Placas paralelas:

$$[E = \frac{V}{d}]$$

- Campo anillo:

$$[\vec{E} = \frac{kqz}{(a^2 + z^2)^{3/2}} \hat{z}]$$

Campos magnéticos:

- Campo espira:

$$[|\vec{B}| = \frac{\mu_0 I}{2R}]$$

- Campo solenoide:

$$[\vec{B}(P) = \begin{cases} \mu_0 n I \hat{n} & \text{interior} \\ 0 & \text{exterior} \end{cases}]$$

- Campo hilo:

$$[\vec{B} = \begin{cases} \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} \rho \hat{\phi} & \text{si } \rho \leq R \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi \rho} \hat{\phi} & \text{si } \rho > R \end{cases}]$$

- Campo toroide:

$$[B = \frac{\mu_0 I_0 N}{2\pi a} \text{ dentro}]$$

$B = 0$ fuera

- Campo espira cuadrada:

$$[B = \frac{2\sqrt{2} \mu_0 I}{\pi a}]$$

- Espira Hexagonal:

$$B = \frac{6\mu_0 I}{\pi R}; R = 1 - \cos 30^\circ$$

- Coef. autoinducción (L)
 $N\Phi = LI \quad (L = \frac{d\Phi}{dI})$

- Coef. inductancia mutua:
 $N_1 \Phi_{12} = M_{12} I_2$

Capacidades:

- Condensador plano:

$$[C = \epsilon_0 \frac{S}{d}]$$

- Condensador esférico:

$$[C_{ef} = 4\pi \epsilon_0 \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1}]$$

- Condensador cilíndrico:

$$[C_{cil} = 2\pi \epsilon_0 \frac{L}{\ln(R_2/R_1)}]$$

- Campo eléctrico desigual:
 $E \propto 1/r^2$

- Potencial anillo cargado radial:

$$V = kQ(x^2 + a^2)^{-1/2}$$

- Impedancia capacitiva:

$$Z = 1/(j\omega C)$$

- Impedancia cable coaxial:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

- Relación $\vec{E}, \vec{P}, \vec{D}$:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P} = \epsilon_0 (1 + \chi_e) \vec{E}$$

- Campo eléctrico dipolo:

$$E \propto 1/r^3$$

- Trabajo para colocar q cargas en conductores:

$$W = 5/4 \pi \epsilon_0 \frac{q^2}{S}$$

- Constante sat. termico:

$$J = AT^2 \exp(-\frac{E}{kT})$$

- Fluencia de Lauma:

$$W = \frac{-qB}{2m}$$

- Campo electrostático con constante dieléctrica ϵ y factor polarización P :

$$\vec{E} = \frac{\epsilon_0}{1 + P(\epsilon - 1)}$$

- Unión de Schottky (p-n heteroestructura)

$$V = \frac{2qV}{h}$$

- Potencia radiada antena dipolo de media onda:

$$P = 30 S_0 I^2$$

- DE e- atrapados y anti-atrapados:

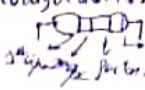
$$\Delta E = \frac{e^2 \hbar^2}{me}$$

- Campo eléctrico en dieléctrico al colocarse sobre conductor con carga q :

$$Q' = Q \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

- Fluxones:
 $\Phi_{mh} = \frac{h}{2e} = \frac{h}{2q_e S}$

Formulario Tema 5: Electronica digital y analogica

- Como se agotan voltajes en bits? - Código de las Resistencias:
Arriba bit: $V_{bit} = \frac{V}{2^N}$  + 1 bit en serie para el siguiente bit.

- Propiedades:
 $[a \oplus b] \oplus c = a \oplus (b \oplus c) = a \oplus b \oplus c$; $[a + a] = a$; $[a + a'] = 1$; $[a \oplus a] = a$; $[a \oplus a'] = 0$
 $[a + (b + c)] = a + b + c$; $[a + (b \oplus c)] = (a + b) \oplus (a + c)$; $[a + b + c] = a' \oplus b' \oplus c'$; $[a \oplus b \oplus c] = a' + b' + c'$

- Diodo ZED: $[I_{ZED} = \frac{V - V_{LED}}{R}]$
 - Ampliación AE (Amplif): $[I_c = \frac{W_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi RC}]$
 - Ganancia amplificadora inversa: $[\frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2}{R_1}]$
 - Ganancia no-inversa: $[A = \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}]$

- Ganancia amplificadora diferencial: $[\frac{V_o}{V_{i1} - V_{i2}} = \frac{R_2}{R_1}]$
 - Transistor bipolar: $Ganancia corriente = [\beta_F = \frac{I_{colector}}{I_{emisor}}]$
 - Emisor común: $Ganancia corriente base común = [\beta_F = \frac{I_{colector}}{I_{emisor}}]$
 - Teorema Nyquist: $[F_{muestreo} \geq F_{max} \times 2]$
 - Resistencia fuente ideal voltaje: $V_{fente} \rightarrow 0$
 - Intensidad \rightarrow infinita
 - Ganancia amplificadora de transconductancia: $\beta = \frac{\text{corriente salida}}{\text{tensión entrada}}$

- Resistencia termistor: $[R_T = A e^{\frac{B}{T}}]$
 - Factor de calidad Q: $[Q = \frac{f_o}{\Delta f}]$ f_o Resonancia, Δf ancho banda
 - Carga equivalente ruido (CER): $[CER = \frac{CS}{PSR}]$ CS: comp. serial, PSR: Relación señal

- Resolución conversión analógico-digital: $[R = \frac{1}{2^n} \times 100]$; $[N = n \text{ bits}]$
 - Señales entrada y salida amplif. transistor: Entrada \rightarrow Voltaje; Salida \rightarrow Corriente
 - Transformadas: n_1 esp. primario, n_2 esp. secundario
 $[\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}]$; $[\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}]$
 - Bandas AM y FM: AM: 105-108 Hz, FM: 102 Hz
 - Tamaño antena: la mitad de la longitud de onda de la señal.
 - Eficiencia amplif. a ruido: $\epsilon = \frac{P_{o(salida potencia)}}{P_s (Potencia puente)}$
 - Corriente de Norton: (cuando R Norton = I x carga está conectada)
 - Potencia de ruido: $P = \frac{1}{f} \times \log \left(\frac{P_{siga}}{P_{fing}} \right)$

NOTA: Un conjunto de puertas se dice conjunto funcionalmente completo si cualquier función lógica puede realizarse con un circuito que utilice sólo estos tipos de puertas:

$\{ \text{and, or, not} \}, \{ \text{and, not} \}, \{ \text{or, not} \}, \{ \text{nand, not} \}, \{ \text{not, nor} \}, \{ \text{nand, nor} \}, \{ \text{and, xor} \}$

- Amplificación y eficiencia (transistor N-pn (mosfet)): $\text{Amplificación} = \frac{E_{fuerza}}{R_{in}} \times \frac{R_{out}}{R_{in}}$
 - Suma lógica ("OR"):

a	b	a+b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- Codificadores, decodificadores, multiplexores y demultiplexores:

Aparato	Entradas	Salidas
codificadores	2^n	n
Decodificadores	n	2^n
Multiplexores	varias	1
Demultiplexores	1 \rightarrow datos, $n \rightarrow$ control	2^n

- "NAND":

a	b	(a+b)
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

 - "NOR":

a	b	(a+b)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

 - "XOR":

a	b	(a+b)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

 - Amplificadores: $A = \text{Ganancia}$, $A \Delta f = A_f \Delta f$ Δf ancho banda
 Real. positiva $\rightarrow A_p = \frac{A_i}{1 - \beta A_i}$ $\beta = \text{Ganancia real}$
 Real. Negativa $\rightarrow A_f = \frac{A_i}{1 + \beta A_i}$
 - Corriente sal. inversa diodo Schottky: $I_s = I_{so} e^{\frac{qV}{kT}}$

Formulaio Tema 8: Ingeniería y Redes

o De BCD a decimal $\Rightarrow 00110111 \xrightarrow{\text{Corta}} 37$
 $01110111 \Rightarrow 77$

- Equivalencia decimal, binario, octal:

Decimal	Binario	Hexadecimal	Octal
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	8	10
9	1001	9	11
10	1010	A	12
11	1011	B	13
12	1100	C	14
13	1101	D	15
14	1110	E	16
15	1111	F	17

- Ejemplos:

4F5B₁₆ = 0100 1111 0101 1011

- Teorema de Shannon:

$$C = BW \log_2 (1 + \frac{S}{N})$$

capacidad (bits) \downarrow ancho banda (Hz); $S \equiv$ potencia útil

$N \equiv$ potencia ruido; $\log_2(x) = \frac{\ln(x)}{\ln(2)}$

- Número natural más grande que se puede representar con n bits:
 $[2^n - 1]$

- Elementos modelo Von Neumann:

1- Unidades de entrada

2- Unidades de salida

3- Memoria

4- Unidad de control.

5- Unidad aritmético-lógica.

- Puerta lógica = (Potencia):

$$Pot_{\text{total}} = \frac{Pot_{\text{out}} - Pot_{\text{in}}}{2}$$

- Capas modelo OSI:

Capa 7: Capa de aplicación

Capa 6: Capa de presentación. } Software

Capa 5: Capa de sesión

Capa 4: Capa de transporte

Capa 3: Capa de red } Software, hardware

Capa 2: Capa de enlace de datos.

Capa 1: Capa física:

- Propiedades características programadas orientadas a objetos:

- 1- Abstracción.
- 2- Encapsulamiento.
- 3- Modularidad.
- 4- Polimorfismo.
- 5- Herencia.
- 6- Principios de ocultación.
- 7- Resolución de bases.

- Bits enteros n bits y X números reales:

$$\text{bits} = n \cdot \log_2(x)$$

- Complemento a 2 de un número:

Ejemplo: complemento a 2 de:

0000 0001 11 \rightarrow

\rightarrow Negativo y sumamos 1:

1111 1110 00 \rightarrow 1111 1100 01

- Capas protocolo TCP/IP:

- Capa de aplicación

- Capa de transporte

- Capa de red

- Capa física.

- Leyes algebra Boole:

$$1: A + 0 = A$$

$$2: A + 1 = 1$$

$$3: A \cdot 0 = 0$$

$$4: A \cdot 1 = A$$

$$5: A + A = A$$

$$6: A + \bar{A} = 1$$

$$7: A \cdot A = A$$

$$8: A \cdot \bar{A} = 0$$

$$9: \bar{\bar{A}} = A$$

$$10: A + AB = A$$

$$11: A + \bar{A}B = A + B$$

$$12: (A+B)(A+C) = A + BC$$

$$13: (A+B+C)' = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$$

$$14: (A \cdot B \cdot C)' = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$$

- Datos importantes:

o RAM \rightarrow Se borra al apagar el PC. Es mucho más rápida que las otras memorias.

o ROM \rightarrow Tiene información que está ahí para siempre. No podemos escribir en ella. Solo lectura.

o CACHE \rightarrow Se usa para mejorar rendimiento.

Es una memoria muy rápida.

CPU \rightarrow 32 bits, 4 campos de 8 bits. Cada campo puede ir de 0 a 255.

Formulario Tema 6: Semiconductores.

n = electrones
 P = huecos
 N_D = densidad impurezas donantes
 N_A = densidad impurezas aceptantes
 n_i = n_i^0 de pureza

- Semiconductores intrínsecos: $n = p = n_i(T)$
 Ley de masa: $n \cdot p = n_i^2$
 tip $P \rightarrow p \geq N_A$

- Distribución FDS:
 $\frac{dn(E,T)}{dE} = S(E) \cdot F(E,T) dE$
 $F(E,T) = \frac{1}{1 + \exp(\frac{E - E_F}{kT})}$

- Densidad estados banda conducción: $S_C(E) = \frac{2}{4\pi^2} \frac{m_c^{3/2}}{\hbar^3} \sqrt{E - E_c}$
 Densidad estados banda Valencia: $S_V(E) = \frac{2}{4\pi^2} \frac{m_v^{3/2}}{\hbar^3} \sqrt{E_F - E}$
 Probabilidad ocupación: $F(E,T) = \frac{1}{1 + \exp(\frac{E - E_F}{kT})}$

- Probabilidad hueco: $1 - F(E,T) = \frac{1}{1 + \exp(\frac{E_F - E}{kT})}$
 Nivel de Fermi, conductores: $E_F - E_c = \frac{3N}{2Kc}$
 Nivel de Fermi, Semicond: $E_F = E_c - \frac{E_g}{2}$
 $\Delta E = kT \ln(\frac{N_D}{n_i})$

- ΔE tipo P: (ΔE_c)
 $\Delta E = kT \ln(\frac{n_i}{N_A})$
 Unión P-N equilibrio: Potencial contacto y anchura zona depleción:
 $V_0 = \frac{kT}{e} \ln(\frac{N_A N_D}{n_i^2})$; $W_2 = W_N + W_P = \sqrt{\frac{2\epsilon V_0}{e} (\frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_D})}$

- Movilidad electrones: $\mu = \frac{v_d}{E}$
 Concentración de portadores intrínsecos: $n_i = \sqrt{N_C N_V} e^{-\frac{E_g}{2kT}}$
 Campo eléctrico unión P-N: $E = \frac{qN}{\epsilon_0} (x_n - x_p)$
 Polarización transistores bipolares:

- Elemento y Valencia:
 C, Si, Ge $\rightarrow 4e^-$
 P, As, Sb $\rightarrow 5e^-$
 Al, Ga, In $\rightarrow 3e^-$
 Polarización directa y utilidades:

Dato	Polarización	Utilidad
Ordinario	D-I	Contorno, Circuito abierto, CA \rightarrow CC
Fotodiodo	Inversa	Supr. avalancha de e- al absorción fotones
Zener	Inversa	Supr. inestabilidad. Estabiliza zona tensión.
túnel	Directa	Zona resistencia incremental negativa
LED	Directa	Sez. emisión al recombinar e- y huecos en la zona de depleción

Formulario Tema 7: Física del estado sólido.

- Ec. gases: $PV = nRT$
 Ec gas monoatómico: $\langle E_c \rangle = \frac{3}{2} k_B T$
 Velocidad media gas: $\langle v \rangle = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$
 Temperatura Equipartición: $\langle E \rangle = \frac{g}{2} k_B T$

- No. part. en E: $dN(E) = g(E) f(E) dE$
 Función dist. gas ideal: $P_{gas}(E) \propto \exp(-\frac{E}{k_B T})$
 No. part. célula elemental: $n_c = \frac{N_V}{8} + n_i + \frac{n_F}{2}$
 Densidad célula: $\rho = \frac{A}{NA} \frac{n_c}{a^3}$
 Factor empaciam: $\rho_c = \frac{n_c \times V_{at}}{a^3}$

- Ley de Ohm: $2d \sin \theta = n\lambda$
 Velocidad arrastre: $V_a = \mu E$
 Conductividad: $\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$
 Semiconductores: $\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$
 Velocidad electrones: $V_F = \sqrt{\frac{3k_B T}{m_e}}$

- Velocidad arrastre (se opone): $V_a = \alpha \tau = \frac{-eE\tau}{m_e}$
 Densidad corriente: $J = \frac{n e^2 E}{m_e} = \sigma E$
 Tiempo colisión: $\tau = \frac{L_0}{v_{rms}}$
 Conductividad: $\sigma = \frac{n e^2 \tau}{m_e}$
 Modelo clásico electrones: $\sigma \propto \tau$

- Modelo cuántico e- libre (Sommerfeld):
 Densidad estados: $g(E) = \frac{\pi}{2E_0^{1/2}} E^{1/2}$
 Función dist. Fermi: $f_F(E) = \frac{1}{\exp(\frac{E - E_F}{k_B T}) + 1}$
 Energía de Fermi: $E_F = \frac{\hbar^2}{2m_e} \left(\frac{3n}{8\pi} \right)^{2/3}$

- Energía promedio: $\langle E \rangle = \frac{3}{5} E_F$
 Ecuación: $E_{GF} = \frac{2E_F}{5k_B}$
 Función de Bloch: $\psi(r) = u_K(x) e^{i k \cdot r}$
 Masa efectiva: $m^* = \frac{\hbar^2}{m} \frac{1}{d^2 E / d k^2}$

- Condición de Bragg: $2d \sin \theta = n\lambda$
 Condición de hueco: $(k' - k) = \vec{G}$
 Fonones: Bose monoatómica: $N_{fons} = C (N_{sf} + N_{sa} - 2N_{sc})$
 Fonones: Bose diatómica: 3 fonones acústicos, 3 fonones ópticos

- Fonones banda óptica: $\omega \approx 2C \left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2} \right)$ - Fonones: banda acústica: $\omega \approx \frac{1}{2} c \cdot k \cdot a$ - Energía fonones: $E_n = (n + \frac{1}{2}) \hbar \omega$ - Amplitud onda fonones: $N_0 = 4(n + \frac{1}{2}) \hbar / p \cdot \omega$

- Momento fonón: $p = \hbar k$ - Distribución de Planck (Bose-Einstein): $\langle n(E) \rangle = \frac{1}{e^{E/kT} - 1}$ - Modelo de Debye: $C_V = 3Nk_B$ si $\frac{\theta_D}{T} \ll 1$ - Recorrido libre fonón: $\lambda \propto \frac{1}{T}$
 $C_V = \frac{12}{5} \pi^4 Nk_B \left(\frac{T}{\theta_D} \right)^3$ si $\frac{\theta_D}{T} \gg 1$

- Modelo de Einstein: $C_V = 3Nk_B \left(\frac{\hbar \omega_0}{k_B T} \right)^2 \frac{e^{-\frac{\hbar \omega_0}{k_B T}}}{(e^{\frac{\hbar \omega_0}{k_B T}} - 1)^2}$ Para $T/\theta_E \gg 1 \Rightarrow C_V \approx 3Nk_B$ Para $T/\theta_E \ll 1 \Rightarrow C_V \propto e^{-\frac{\theta_E}{T}}$ - Imantación: $M = \frac{dm}{dV}$ - Campo B. Elenado con mutúal: $\vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0 \vec{M} = \mu_0 H + \mu_0 \vec{M}$
 $\chi = \frac{M}{H}$ Paramagnéticos, ferromagnéticos $\rightarrow M_0$ Exp. mínima de los

- Imantación media paramagnética y diamagnéticas: $\vec{M} = \chi_m \left(\frac{B_{aplicada}}{\mu_0} \right)$ - Momento magnético: $\vec{m} = \frac{q}{2mg} \vec{L}$ - Ley de Curie (T baja): $M = \frac{1}{3} \frac{n \mu_B^2}{kT} \mu_0 H$ Diamagnéticos $\rightarrow M_0$ Exp. mínima de los

- Permeabilidad magnética: $\mu = (1 + \chi_m) \mu_0$ - Efecto Josephson: $\omega = \frac{2eV}{\hbar}$ - Volumen celda primitiva: $V_c = |\vec{a}_1 \cdot \vec{a}_2 \times \vec{a}_3|$ - Constante ferroeléctrica: $E = \frac{C}{T - T_c} + E_0$
 $\vec{a}_1 = 2\pi \frac{\vec{a}_2 \times \vec{a}_3}{V_c}$
 $\vec{a}_2 = 2\pi \frac{\vec{a}_3 \times \vec{a}_1}{V_c}$
 $\vec{a}_3 = 2\pi \frac{\vec{a}_1 \times \vec{a}_2}{V_c}$

- Energía Modelo Einstein: $E = 3N\hbar\omega \frac{1}{e^{\frac{\hbar\omega}{kT}} - 1}$ - Ec. Clausius-Mossotti: $\frac{\epsilon - \epsilon_0}{\epsilon + 2\epsilon_0} = \frac{\sum_i \alpha_i n_i}{3\epsilon_0}$ - Primera zona Brillouin: $k \in [-\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}] \rightarrow$ Arschena $\frac{2\pi}{a}$

- Ley de Curie-Weiss (ferromagn): $\chi = \frac{N\mu_0 \mu_B^2}{3k} \frac{1}{T - T_c}$ - Degradación Bragg: $\vec{K} = \vec{k}_f - \vec{k}_i = \vec{g}_{hkl}$ - Densidad espectral ruido térmico: $V_n^2 = 4k_B T R$ - Volumen 1^a zona Brillouin: $V = \left(\frac{2\pi}{a} \right)^3$
 Si $T > T_c$, el ferromagnético se comporta como un paramagnético.
 Distancia plano $\Rightarrow d = \frac{2\pi}{|g_{hkl}|}$

- Energía prohibida superconductores: $E_g \approx \frac{3}{2} k_B T_c$ - Ley de Curie (paramagn): $\chi = \frac{C}{T}$ - Efecto isotópico superconductores: $M_c^2 T_c = \text{cte}$

- Ejemplos estructuras cristalinas reales: - No at. celda unidad SC, FCC, BCC: SC $\rightarrow 1 \text{ at}$ BCC $\rightarrow 2 \text{ at}$ FCC $\rightarrow 4 \text{ at}$ - NOS Coordinación: BCC $\rightarrow 8$ FCC, HCP $\rightarrow 12$ - Ordenes posibles de simetría de un Posibles $\rightarrow 2, 3$ No posibles $\rightarrow 5, 7$
 o BCC: Fe, Na, Cr
 o FCC: Au, Ag, Cu, Al, NaCl, diamante
 o SC: CsCl
 o HCP: Mg, Zn.

Formulario Tema 9: Mecánica y ondas

$$g_{\text{aire}} = 1.225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Transformación Galileo: (X se mueve): $\begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v' = v - v \\ y' = y \\ z' = z \end{cases}$

- Fuerza: $F = \frac{dp}{dt} = ma$

- Ley gravitatoria: $F = \frac{GMm}{r^2}$

- Momento angular: $H_0 = \vec{r} \times m\vec{v}$

- Momento de la fuerza: $\vec{M}_0 = \frac{d\vec{h}_0}{dt} = \vec{r} \times \vec{F}$

- Trabajo de la fuerza: $dW = \vec{F} \cdot d\vec{r}$

- Teorema de los trabajos virtuales: $W_{12} = T_2 - T_1 = \Delta T = -\Delta V$

- Fuerzas conservativas: $\vec{F} = -\text{grad} V = -\nabla V$

- Partícula libre: $x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

- Mov. parabólico: $L = \sin(2\phi_0) \frac{v_0^2}{g}$

- Ecuación de la energía: $E = T + V = \text{cte}$

- Partícula libre: $\vec{v} \times \vec{p} = 0$

- Fuerzas conservativas: $\vec{F} \cdot d\vec{r} = -dV$

- Mov. parabólico: $z_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \phi_0$

- Energía muelle: $E = T + V = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k A^2$

- Frecuencia muelle: $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

- Ec. Mov. muelle: $x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$

- Lissajous (2D): $W_x \neq W_y$

- Oscilación con amortiguamiento: $m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = 0$

- Solución general: $x(t) = A e^{\frac{-c}{2m} t} \sin(\omega t + \phi)$

- Frecuencia: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}$

- Amort. Super crítico (c > 2km): $x(t) = a_1 e^{-\gamma t} + a_2 e^{-\delta t}$

- Amort. crítico (c = 2km): $x(t) = (a + b t) e^{-\gamma t}$

- Amort. Subcrítico (c < 2km): $x(t) = A e^{-\gamma t} \sin(\omega t + \phi)$

- Oscilación forzada: $x(t) = a e^{-\gamma t} \sin(\omega t + \phi) + A \sin(\omega t + \delta)$

- Factor Q: $Q = \frac{\omega_0 m}{c} = \frac{2\pi}{\text{graduación}}$

- Amplitud: $A = \frac{F}{\sqrt{m^2 (\omega^2 - \omega_0^2)^2 + c^2 \omega^2}}$

- Excentricidad: $e = \frac{v_{\text{max}} - v_{\text{min}}}{v_{\text{max}} + v_{\text{min}}}$

- Velocidad y aceleración en sistemas móviles: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{\omega} \times \vec{r} + \vec{v}_{\text{rel}}$

- Centro de masa: $\vec{r}_{\text{cm}} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$

- Masa reducida: $\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

- Excentricidad: $e = \frac{v_{\text{max}} - v_{\text{min}}}{v_{\text{max}} + v_{\text{min}}}$

- Excentricidad: $e = \frac{c}{a} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$

- Ley de las áreas: $R_1 V_1 = R_2 V_2$

- Elipse: $a = \frac{r}{1 - e^2}$

- Máx y mín acercamiento: $R_{\text{max}} = \frac{p}{1 - e}$

- 3ª Ley de Kepler: $T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM}$

- Teorema del Virial: $\bar{T} = -\frac{1}{2} \sum \vec{F}_i \cdot \vec{r}_i = -\frac{1}{2} \bar{U}$

- Principio d'Alembert: $\sum_{j=1}^n \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} - Q_j \right] \delta q_j = 0$

- Ecs. Lagrange: $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} = Q_j$

- Función Lagrange: $L(q, \dot{q}, t) = T(q, \dot{q}, t) - V(q, t)$

- Ecs. Lagrange: $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_j} = 0$

- Lagrangianos equivalentes: $L'(q, \dot{q}, t) = L(q, \dot{q}, t) + \frac{dF(q, t)}{dt}$

- Momento generalizado: $p_j = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j}$

- Integral de Jacobi: $\text{si } \frac{\partial L}{\partial t} = 0 \Rightarrow h = \sum_{j=1}^n \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} \dot{q}_j - L = \text{cte}$

- Acción Hamiltoniana: $S = \int_{t_1}^{t_2} L(q, \dot{q}, t) dt$

- Lagrangiano pat. reducida: $L = \frac{1}{2} m v^2$

- Conservación energía: $E = T + V = \sum_i \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \dot{q}_i - L = \text{cte}$

- Conservación cant. Mov.: $L = \sum_i \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}$

- Cons. Norm. Gravit.: $H_0 = \sum_i \dot{q}_i \times \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}$

- Velocidad reducida: $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$

- Ecs. Mov.: $\omega = \omega_0 + \alpha t$

- Momento inercia: $I = \int r^2 dm$

- Si I = kMR²: $\alpha_{\text{cm}} = \frac{g \sin \theta}{1 + k}$

- Solido por rampa: $\alpha_c = \alpha R$

- Similitudes lineal - Rotacional:

Lineal	Rotacional
m	I
F = ma	$\tau = I \alpha$
p = mv	L = Iω
$\frac{1}{2} m v^2$	$\frac{1}{2} I \omega^2$
Fv	$\tau \omega$

- Matriz tensor inercia: Simétrica

- Ejes principales inercia: $\det(\mathbb{I}_0 - \lambda \mathbb{I}) = 0$

- Momentos inercia más importantes:

- Esfera: $I = \frac{2}{5} MR^2$
- Esfera: $I = \frac{2}{5} MR^2$
- Varilla recta: $I = \frac{1}{12} ML^2$
- Varilla recta: $I = \frac{1}{3} ML^2$
- Anillo: $I = MR^2$
- Anillo diam.: $I = \frac{1}{2} MR^2$
- Cilindro (gliz.): $I = \frac{1}{2} MR^2$
- Cilindro (gliz.): $I = \frac{1}{2} MR^2 + \frac{1}{12} ML^2$

- Ecs. Hamilton: $\frac{\partial H}{\partial p_j} = \dot{q}_j, \frac{\partial H}{\partial q_j} = -\dot{p}_j$

- Teorema de Steiner: $I_{O,e} = I_{C,e} + Md^2$

- Hamiltoniana: $H(q, p, t) = p \dot{q} - L(q, \dot{q}, t)$

- Densidad fluido: $\rho = \frac{m}{V}$ - Ec. fluidos: $P = P_0 + \rho gh$ - Dens. Rel. fluidos (para LV): $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$ - Prensa hidráulica: $\frac{n_1}{A_1} = \frac{n_2}{A_2}$ - Modulo de elasticidad: $mg = \rho_f V g$

- Flotacion entre liquidos no miscibles: $X = \frac{\rho_{liquido} - \rho_{sólido}}{\rho_{liquido} - \rho_{sólido}} h$ - Aceleración sólido fluido: $a = \frac{\rho_f - \rho_s}{\rho_s} g$ - Ec. continuidad: $V_1 S_1 = V_2 S_2$ - Ec. Bernoulli: $P_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

- Efecto Venturi: $V_2 = S_1 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(S_1^2 - S_2^2)}}$ - Teorema Torricelli: $V = \sqrt{2gh}$ - Tiempo Varado de fluido: $t = \sqrt{\frac{S_1^2 - S_2^2}{2g}}$ - Vasos comunicantes: $S_1 h_1 + S_2 h_2 = (S_1 + S_2) h_{eq}$ - Viscosidad η : $\frac{F}{A} = \eta \frac{dv}{dx} = \eta \frac{v}{d}$

- Resistencia al flujo: $R = \frac{8\eta L}{\pi R^4}$ - Ley Poiseuille: $\frac{(P_1 - P_2) \pi R^4}{8\eta L} = -\eta \frac{dv}{dr}$ - Perfil Velocidades: $V = \frac{P_1 - P_2}{4\eta L} (R^2 - r^2)$ - Caudal fluido: $Q = \frac{\pi}{8} \frac{(P_1 - P_2) R^4}{\eta L}$ - Formula Stokes: $F_R = 6\pi R \eta v$

- Potencia fluido: $Potencia = caudal \times presion$ - Tor $\rightarrow Pa$: $1 \text{ tan} = 133.32 \text{ Pa}$ - Numero Reynolds: $R = \frac{\rho v R}{\eta}$ - Ley de Tate: $P = 2\pi K \lambda \frac{r_m}{r_i} = \frac{Z}{J}$ - Presion de vapor y agua: $\Delta P = \frac{4\sigma}{R}$, $\Delta P = \frac{2\sigma}{R}$

- Fenomeno capilar Ley Jurin: $h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g r}$ - Velocidad propagacion (Emble Xany): $u = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ - Compresibilidad k : $u = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$ - Gases ($k = \delta P$): $u = \sqrt{\frac{\delta P}{\rho}}$ - Variacion int. onda: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2}$

- Interferencia contr.: $|d_1 - d_2| = n\lambda$ - Interferencia destr.: $|d_1 - d_2| = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ - Nudo onda estacionaria: $x = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ - Viento: $x = \frac{h\lambda}{2}$ - Frecuencia ventrante: $f = \frac{1}{2} \frac{v}{L}$ - Modulo Xany E: $E \frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{S}$

- Coef. Poisson (contraccion transversal): $\sigma = \frac{\Delta l}{l} = -\frac{\Delta d}{d}$ - Deformacion espesa transversal: $\nu = \frac{1}{G} \frac{F}{S}$ - Modulo elasticidad k : $K = \frac{E}{1-2\nu}$ - Variacion Volumen: $\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta l}{l} (1-2\nu)$

- Conclusión Poisson: $[P_{ij}, P_{ji}] = \sum_{k=1}^n \left[\frac{\partial P_i}{\partial q_k} \frac{\partial P_j}{\partial p_k} - \frac{\partial P_j}{\partial q_k} \frac{\partial P_i}{\partial p_k} \right]$ - Teorema Cauchy-Poisson: $\frac{dI}{dt} = \frac{\partial I}{\partial t} + [H, I]$ - Teorema Liouville: Volumen espacio fases es invariante respecto de tiempo. - Teorema Gauss gravitacional: $\oint \vec{g} \cdot d\vec{A} = 4\pi G m_{int}$

- Campo grav. int. esfera: $g(r) = \frac{GM(r)}{r^2}$ - Vel. escape: $V_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ - Desarrollo grav.: $F = m a = m \frac{v^2}{R} = m \omega^2 R = m \frac{4\pi^2}{T^2} R = \frac{GMm}{R^2}$ - Teorema virial: $\langle 2K \rangle = \langle \Delta V \rangle$ - Coef. rozamiento: $\mu = \tan \alpha$

- Relacion momentos angulares espesa en rotacion: $\frac{L_1}{L_2} = \frac{R_1^2 \omega_1}{R_2^2 \omega_2} = 1$ - Ec. util cinematica: $V(t) = \sqrt{V_0^2 + 2a[x(t) - x_0]}$ - Tunnel a traves planeta: $T = 2\pi \sqrt{\frac{R_{planeta}}{g_{planeta}}}$ - Frec. sonido tubos abiertos: $f_n = \frac{n v}{2L}$, $n=1,2,\dots$

- Tubos cerrados: $f_n = \frac{2n+1}{4} \frac{v}{L}$, $n=0,1,\dots$ - Caida libre dist. A Hinas: $\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \rightarrow v, t_1 = k t_2$ - Potencia amara y ligadura: $P_{potencia} \propto V$, $P_{amara} \propto V^3$ - Ondas sonoras: $A = 20 \log \left(\frac{\Delta P}{P_0} \right)$

- Coef. Restitucion: $h_n = e^{2n} h$, $\Delta E_a = -mgh$, $t_n = \frac{1+e}{1-e} \sqrt{\frac{2h}{g}}$, $t_n = 2t_0 e^n$ - Intensidad sonora ($I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$): $I_L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{P^2}{P_0^2} \right) = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$, $P_0 = 20 \mu Pa$ - Amplitud desplazamiento: $A = \frac{P}{\rho \omega v}$ - Relacion velocidad y frecuencia sonido: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu/L}} = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$, $v = \frac{\omega}{k}$

- Maquina Atwood: $a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g$ - Radio aparente segun distidud: $R = R_0 \sin \theta$, $V = 2\pi R_0 \cos \theta$ - Densidad energia onda sonora: $u = \frac{I}{v}$ - Efecto Doppler emisor y observador de movimiento: $f' = f \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s}$

- Frecuencia oscilación potencial:

$$[W^2 = \frac{V''(x_0)}{m}]$$

- Momento inercia péndulo físico:

$$[T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{suspensión}}{mg L_{cm}}}]$$

- Velocidad cohete:

$$[V_f = V_i + V_{ex} \ln \frac{M_i}{M_f}]$$

- Intensidad onda sonora:

$$[I = \frac{\rho v \omega^2 A^2}{2}]$$

- Factor reflexión acústico:

$$[FR = \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2}]$$

- Peralte carretera:

$$[\frac{V^2}{R} = g \tan \theta]$$

- Yo-Yo avión:

$$[a = \tan \theta g]$$

- Fórmula cinemática:

$$\left\{ \begin{aligned} \theta &= \tan^{-1}(\frac{a_y}{a_x}) - \tan^{-1}(\frac{v_y}{v_x}) \\ a_t &= a \cos \theta \\ a_N &= a \sin \theta \end{aligned} \right.$$

- Potencia motor:

$$[P = \text{momento} \times \omega]$$

- Energía media onda acústica:

$$[E = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2]$$

- Momento externo:

$$[M = \frac{dL}{dt}]$$

- Velocidad angular precesión giroscopio:

$$[\Omega = \frac{mgh}{I\omega}]$$

- Péndulo torsión:

$$[T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{K}}]$$

- Tensión péndulo:

$$[T = \frac{mv^2}{R} + mg \cos \theta]$$

- Cizalladura:

$$[F/A = \eta \tan \phi]$$

- Armador:

$$[P_n = n P_i]$$

- Resistencia al flujo:

$$[\Delta P = Q R]$$

- Velocidad de cizalla flexional:

$$v = \frac{2g(p-\sigma)R^2}{9\eta}$$

- Fuerza sustentación ala avión:

$$F = \frac{1}{2} \rho A v^2 C_L$$

- Ángulo péndulo Foucault:

$$\theta = \omega t \sin \lambda$$

- Velocidad aceleración:

$$\frac{dv}{dt} = a$$

- Gravedad efectiva:

$$g_y = g - \frac{v^2}{R} \cos \theta = g - \omega^2 R \cos \theta$$

- Ángulo onda choque (conel):

$$\sin \theta = \frac{V_s}{V} \rightarrow V_{schick}$$

Formulario Tema 10: Relatividad:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- Transformaciones de Lorentz:

$$[x' = \gamma(x - vt)] \quad [y' = y] \quad [z' = z] \quad [t' = \gamma(t - \frac{vx}{c^2})]$$

- Dilatación tiempo:

$$[t' = \gamma t]$$

- Contracción espacio:

$$[L' = \frac{L}{\gamma}]$$

- Transformación velocidades:

$$[v' = \frac{v - u}{1 - \frac{uv}{c^2}}]$$

- Energía relativista:

$$[E = E_0 + K = mc^2]$$

- Redefinición masa:

$$[m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}]$$

- Definición momento:

$$[p = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} v]$$

- Composición de velocidades:

$$[u_y' = \frac{u_y}{\gamma(1 - \frac{v_x u_x}{c^2})}]$$

- Ángulo intensidad radiación máxima:

$$\theta = \frac{1}{2\gamma}$$

Formulario Tema 11: Detectores:

- Respuesta detector:

$$[R = \frac{\text{carga recogida}}{\text{carga depositada}}]$$

- Número promedio ionizaciones:

$$[J = E/W]$$

- Resolución detector delgado

$$[\sigma^2 = J] \quad [R = 2.35 \frac{\sigma}{J} = 2.35 \sqrt{\frac{J}{J^2}} = 2.35 \sqrt{\frac{W}{E}}]$$

- Resolución detectores gruesos (p.e. Faraday):

$$[\sigma^2 = FJ] \quad [R = 2.35 \sqrt{\frac{FJ}{J}} = 2.35 \sqrt{\frac{FW}{E}}]$$

- Eficiencia total detector:

$$[E_T = \frac{\text{Núcl. esc. detectados}}{\text{Núcl. esc. emitidos fuente}}]$$

- Eficiencia geométrica:

$$[E_{geo} = \frac{\Omega}{4\pi}] \quad \left\{ \begin{array}{l} \Omega = 2\pi(1 - \cos\theta) \\ \theta = \frac{r}{h} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \Omega' = 4\pi - \Omega \end{array} \right.$$

- Eficiencia intrínseca:

$$[E_{int} = \frac{\text{Núcl. esc. detectados}}{\text{Núcl. esc. que llegan}}]$$

- Relación E_T, E_{geo}, E_{int} :

$$[E_T = E_{geo} \cdot E_{int}]$$

- sigma no paralizante:

$$[mT = k + mk\epsilon]$$

- Número real de cuentas sabiendo tiempo resolución y ventanas ϵ :

$$[N_{real} = \frac{C}{1 - \epsilon}]$$

- sigma paralizante: $m = \frac{1}{k}$

$$[K = mT \exp(-mT)]$$

- Probabilidad de tener K cuentas en Δt segundos si la tasa de recuento es λ :

$$[\frac{e^{-\lambda \Delta t} \lambda^K}{K!} = \frac{e^{-\rho N} (\rho N)^K}{K!}]$$

Tasa de conteos en tiempo obtenen N cuentas e incertidumbre:

$$[f. \text{ conteo} = \frac{N}{t} \pm \sqrt{\frac{N}{t^2}}]$$

- Buen detector para:

- o Germanio \Rightarrow Buena Resolución Energética.
- o NaI (TI) \Rightarrow Buena Eficiencia.

- Ruido fotodetector:

Ruido $\propto \sqrt{\text{Ancho de banda}}$

- Minimizar error estadístico:

$$[\frac{T_{fuente}}{T_{fondo}} = \sqrt{\frac{N_{fuente}}{N_{fondo}}} \cdot \frac{t_{fuente} + t_{fondo}}{t_{total}}]$$

- Tiempo óptimo total que estamos midiendo para tener un error ϵ :

$$\frac{1}{T} = \epsilon^2 \cdot \frac{S^2}{(\sqrt{S+B} + \sqrt{B})^2}$$

Formulario Tema 12: Termodinámica y física estadística

- Ecuación gas ideal: $PV = NRT \Rightarrow PV = NkT$
- cte Boltzmann: $k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$
- Primer ley térmica: $\Delta E = Q - W \Rightarrow dE = dQ - dW$
- Capacidad calorífica media: $c = \frac{C}{\Delta T} \rightarrow c = \frac{dQ}{dT}$
- Calor específico: $C = C_{\text{gramo}}$
- Calor específico molar: $\tilde{C} = \frac{C}{n}$
- Rendimiento motor: $\epsilon = W/Q$
- Rendimiento motor reversible: $\epsilon = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$
- Estado térmico: $T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma}$
- Desigualdad Clausius: $\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$
- Ciclo reversible: $\oint \frac{dQ}{T} = 0$
- Entropía: $dS = \frac{dQ_{rev}}{T}$
- Ec. diferencial entropía: $dS = \frac{dE}{T} + \frac{dW}{T}$
- Entropía gas: $dS = \frac{dE}{T} + \frac{PdV}{T}$
- Nueva expresión dS: $\Delta S = \int dS = \int \frac{dQ}{T} = \int \frac{dQ}{T} = \int \frac{C}{T} dT$
- C_V, C_P : $C_V = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_V, C_P = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P$
- Variación S calor latente: $\Delta S = \frac{Q_R}{T}$
- Entropía proceso irreversible: $dS \geq dQ/T$
- Entropía sistema aislado: $dS \geq 0$
- Relación de Mayer: $C_P = C_V + \left[P + \left(\frac{\partial E}{\partial V} \right)_T \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \alpha_r P T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$
- Coef. compresibilidad: $\kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$
- Coef. expansión a Pcte: $\alpha_P = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$
- Coef. expansión a Vcte: $\alpha_V = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_V$
- Relación dP, dV, κ_T : $\left(\frac{dP}{dV} \right)_T = P$
- Coef. Joule: $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial H} \right)_P = \frac{1}{C_P} \left(\frac{\partial E}{\partial T} \right)_P = \frac{P}{C_P} (1 - T\alpha_P)$
- Coef. Joule-Thomson: $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H = -\frac{1}{C_P} \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T = \frac{V}{C_P} (T\alpha_P - 1)$
- Potenciales y diferenciales: $E = Q - W \rightarrow dE = TdS - PdV$
 $H = E + PV \rightarrow dH = TdS + VdP$
 $F = E - TS \rightarrow dF = -SdT - PdV$
 $G = H - TS \rightarrow dG = -SdT + VdP$
- Relación Mayer: $C_P - C_V = P T \alpha_P^2 \kappa_T$
- Función homogénea Euler: $P(X_1, \dots, X_n) = \lambda P(X_1, \dots, X_n)$
- Relación Euler: $E = TS - PV + \sum_{j=1}^n \mu_j N_j$
- Relación Gibbs-Duhem: $SdT - VdP + \sum_{j=1}^n \mu_j dN_j = 0$
- Def. Temperatura: $T = \left(\frac{\partial E}{\partial S} \right)_V$
- Ecn. Van der Waals: $\left(P + \frac{a n^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$
- Punto crítico Ecn. Van der Waals: $V_c = 3b, T_c = \frac{8a}{27bR}, P_c = \frac{a}{27b^2}$
- Ecn. del Virial: $P\tilde{V} = RT \left(1 + \frac{B}{V} + \frac{C}{V^2} + \dots \right)$
 $P\tilde{V} = RT + B'P + C'P^2 + \dots$
- Potencial químico gas ideal: $\mu = RT \ln P + \mu^0(T)$
- Potencial gas real: $\mu = RT \ln f + \mu^0(T)$
- Calor latente transición: $L_{D \rightarrow V} = T \Delta S_{D \rightarrow V}$
- Ecuación Clausius-Clapeyron: $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta \tilde{S}}{\Delta \tilde{V}} = \frac{\tilde{L}}{T \Delta \tilde{V}}$
- Potencial químico: $\mu_A = RT \ln (\gamma_A X_A + \mu_A^0)$
- Regla fases de Gibbs: $f = n - m + 2$
- Ley Gibbs-Dalton (gases): $P_A = X_A P, P_B = X_B P$
 $\mu_A = RT \ln X_A + RT \ln P + \mu_A^0$
- Ley de Raoult (líquidos): $P_A = X_A P_A^0, P_B = X_B P_B^0$
- Presión osmótica: $\pi = \frac{nRT}{V}$
- Ley acción masas: $\prod_i X_i^{v_i} = \prod_j v_j K(T)$
- Aumento Teb solución: $\Delta T = \frac{RT_e^2}{\Delta H_f} \frac{n_B}{n_A} = \frac{RT_e^2}{\Delta H_f} \frac{m}{1000} = K_e m$
- Descentro microscópico: $\Delta T = \frac{RT_e^2}{\Delta H_f} \frac{m}{1000} = K_e m$
- Presión osmótica: $\pi = \frac{nRT}{V}$
- Ley Stefan-Boltzmann: $e = \sigma T^4$
- Actividad cto equilibrio: $\ln K(T) = B_1 \ln T + B_2 \ln K(T)$
- Energía Gibbs y $K(T)$: $\Delta G^0 = -RT \ln K(T)$
- Ecn. Eotvos: $\sigma = k \frac{T - T_c}{T_c^{2/3}}$
- Radiación: $dQ = \frac{\epsilon}{3} a T^4 dV$
- Radiación: expansión adiabática: $VT^3 = \text{cte}$
- Radiación: expansión adiabática: $d_m = \frac{0.000894}{T} [S = k \ln \Omega]$
- Función partición: $Z = \sum_i g(E_i) e^{-\beta E_i}$
- Prob. microestados: $P(E_i) = \frac{g(E_i) e^{-\beta E_i}}{Z}$
- FE: Entropía general: $S = -k \sum_i P_i \ln P_i$
- Cal perfect clásico: $Z = \sum_i e^{-\beta E_i} [Z = \frac{1}{N!} z_1^N]$
- Derivada total: $\beta(E) = \frac{d \ln \Omega}{dE} = \frac{1}{kT}$
- Longitud onda térmica: $\lambda_T = \frac{h}{\sqrt{2\pi m kT}}$
- Valor medio E_{rx} : $E_{rx} = \frac{3}{2} kT$
- Valor medio impulso: $\bar{p} = \sqrt{2m E_{rx}} = \sqrt{3m kT}$
- Longitud onda de De Broglie: $\lambda_B = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{3m kT}}$

- Relación ΔT y Δb : $\left[\Delta T = \Delta b \sqrt{\frac{3T}{2}} \right]$ (velocidad de fluctuación)
- CV gas perfecto: $\left[C_V = \frac{5}{2} Nk \right]$
- Entropía modelo gas perfecto: $\left[\Delta S^{1 \rightarrow 2} = Nk \ln \frac{V_2}{V_1} + Nk \ln \frac{P_2}{P_1} = Nk \ln \frac{V_2}{V_1} + Nk \ln \frac{V_2}{V_1} \right]$
- Dist. Vel. Maxwell: $\left[P(v) dv = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv \right]$
- Valor más probable V_m : $\left[V_m = \sqrt{\frac{2kT}{m}} \right]$
- Velocidad media: $\left[\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} = 1.128 V_m \right]$
- Valor cuadrático medio: $\left[V_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \right]$
- Índice adiabático: $\left[\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{P+2}{P} \right]$
- C_V : $\left[C_V = \frac{R}{\gamma-1} \right]$
- C_V Sólidos. Ley Dulong: $\left[C_V = 3R \right]$
- C_V cerca $T=0K$: $\left[C_V = aT^3 + bT \right]$
- Energía cuantizada: $\left[E = h \cdot \nu \right]$
- Energía modelo Einstein: $\left[E = \frac{3N h \nu}{e^{\frac{h \nu}{kT}} - 1} \right]$
- C_V modelo Einstein: $\left[C_V = 3Nk \frac{\left(\frac{h \nu}{kT} \right)^2 e^{\frac{h \nu}{kT}}}{\left(e^{\frac{h \nu}{kT}} - 1 \right)^2} \right]$
- C_V Modelo Debye: $\left[C_V = 3Nk \left(\frac{kT}{h \nu} \right)^3 g\left(\frac{h \nu}{kT}\right) \right]$
- Relación λ y σ : $\left[\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{n \sigma} \right]$
- Tiempo difusión: $\left[\tau = \frac{L^2}{D} \right]$
- Conducción calor: $\left[Q = -k \frac{\partial T}{\partial x} \right]$
- Tiempo difusión calor: $\left[\tau = \frac{C_P L^2}{k} \right]$
- Tiempo viscosidad: $\left[\tau = \frac{L^2}{\nu} \right]$
- Permeación moléculas por pared: $\left[\frac{1}{4} n \bar{v} \lambda \right]$
- Coef. difusión: $\left[D = \frac{1}{3} \bar{v} \lambda \right]$
- Coef. viscosidad: $\left[\eta = \frac{1}{3} m n \bar{v} \lambda \right]$
- Recambio libre: $\left[\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{n \sigma} = \frac{1}{\sqrt{2} n \pi r^2} \right]$
- Calor transformación: $\left[Q = m c_p (T_2 - T_1) \right]$
- Conducción sólidos: $\left[\frac{Q}{t} = \lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x} \right]$
- Dilataciones: $\left[L = L_0 (1 + \alpha (T - T_0)) \right]$
- $\left[V = V_0 (1 + \beta (T - T_0)) \right]$
- $\left[\sigma = 2\lambda \right]$
- $\left[W = 3\lambda \right]$
- Aumento entropía S gas ideal: $\left[S' = S + n C_V \ln \frac{T'}{T} + n R \ln \frac{V'}{V} = S + n C_P \ln \frac{T'}{T} - n R \ln \frac{P'}{P} \right]$

Volumen constante $\rightarrow \left[\frac{P}{T} = \frac{P'}{T'} \right]$	$\left[W = 0 \right]$	$\left[Q_V = n C_V (T' - T) = \Delta U \right]$	$\left[\Delta H = n C_P (T' - T) \right]$	$\text{a } T \text{ constante } \left[P V = P' V' \right]$	$\left[W = n R T \ln \frac{P'}{P} = -n R T \ln \frac{V'}{V} \right]$
Presión constante $\rightarrow \left[\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'} \right]$	$\left[W = P(V' - V) \right]$	$\left[Q_P = n C_P (T' - T) = \Delta H \right]$	$\left[\Delta U = n C_V (T' - T) \right]$	$\left[Q = W \right]$	$\left[\Delta V = \Delta H = 0 \right]$

Adiabática ($Q=0$) $\rightarrow \left[P V^\gamma = P' V'^\gamma \right]$	$\left[W = \frac{1}{\gamma-1} (P V - P' V') = \frac{R}{\gamma-1} (T - T') \right]$	$\left[\Delta U = -W = n C_V (T' - T) \right]$	$\left[\Delta H = n C_P (T' - T) \right]$	$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$
$\left[\frac{T}{P^{1/\gamma}} = \text{cte} \right]$	$\left[T V^{\gamma-1} = \text{cte} \right]$	- Monoatómico: $\left[C_V = \frac{3}{2} R \right]$	- Diatómico: $\left[C_V = \frac{5}{2} R \right]$	$\left[C_P = \frac{7}{2} R \right]$

- Máquina térmica: $\left[\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} \right]$	- Refrigerador: $\left[E = \frac{T_1}{T_2 - T_1} \right]$	- Bomba calor: $\left[E = \frac{T_2}{T_2 - T_1} \right]$	- Constante Boltzmann: $\left[\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \right]$	- $P_{atm} \rightarrow P_a$: $\left[1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa} \right]$	- Procesos politrópicos: $\left[\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-n} \right]$
					$\left[\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-n}{\gamma}} \right]$

- Ley enfriamiento: $\left[\frac{dQ}{dt} = dS(T - T_a) \right]$	$\left[dQ = m c dT \right]$	- Rendimiento total operación (máquina térmica): $\left[\langle \epsilon \rangle = 2 \left(1 + \frac{T_c + T_f}{T_c - T_f} \ln \frac{T_c + T_f}{2 T_c} \right) \right]$	- Fahrenheit a Celsius: $\left[^\circ C = \frac{F - 32}{1.8} \right]$
- Velocidad cuadrática media gas en función presión y densidad: $\left[v = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \right]$		- Flujo calor: $\left[\dot{Q} = -k \nabla T \right]$	- Conducibilidad térmica (k): $\left[\frac{dQ}{dt \, dA} = k \frac{dT}{dx} \right]$

- Para media T estrella a distancia d: $\left[I = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{4\pi R_{sol}^2 \sigma T^4}{4\pi d^2} = \frac{\sigma T^4 R_{sol}^2}{d^2} \right]$	- Período adiabático: $\left[\gamma = \frac{4\pi m V}{T^2 \lambda^4 P} \right]$	- Relación L_{sub} , L_{fus} , L_{ng} : $\left[L_{sub} = L_{fus} + L_{ng} \right]$	- Equivalencia $C_V \rightarrow W$: $\left[1 C_V = 73.5 W \right]$
- Relación coef. Seebeck y Peltier: $\left[\pi I = T S \right]$	- Energía Fermi: $\left[E_F = \frac{h^2}{2m_e} \left(\frac{3n}{8\pi} \right)^{2/3} \right]$	- Proporcionalidad energía radiación cósmica: $\left[u = \frac{\text{energía}}{V} \propto R^{-4} \right]$	- Coef. C_V : $\left[C_P - C_V = \frac{R}{\gamma} \right]$

Coef. de expansión térmica	coef. de expansión térmica	coef. de expansión térmica
coef. de expansión térmica	coef. de expansión térmica	coef. de expansión térmica
coef. de expansión térmica	coef. de expansión térmica	coef. de expansión térmica
coef. de expansión térmica	coef. de expansión térmica	coef. de expansión térmica

Formulaio Tema 13: Optica

- Ley de Snell: $[n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2]$ - Camino optico: $[A = \int n ds]$ - Invariante etatber (esp): $[n(\frac{1}{r} - \frac{1}{s}) = n'(\frac{1}{r'} - \frac{1}{s'})]$ - Potencia: $[P = \frac{1}{f}']$ - Focal conjunta o deuter: $[P' = \frac{f_1' f_2'}{f_1' + f_2' - e}]$ (distancia entre centros)

- Aumento antejo astronómico: $[\Gamma_{aa} = \frac{P_{obj}}{P_{aul}} = \frac{\phi_{re}}{\phi_{rs}} < 0]$ - Aumento antejo Galileo: $[\Gamma = \frac{P_{obj}}{P_{aul}} > 0]$ - Aumento antejo terrestre: $[\Gamma_{at} = \frac{P_{obj}}{P_{aul}} \cdot \frac{s'}{s} = \Gamma_{aa} \Gamma_{int}]$ - Aumento lupa: $[\Gamma = \frac{250mm}{f'} > 0]$

- Aumento del microscopio: $[\Gamma = \frac{t}{P_{obj}} \cdot \frac{250mm}{P_{aul}} = \Gamma_{obj} \Gamma_{aul}]$ t: distancia entre obj y ocul; longitud optica del tubo; colimador distancia entre lentes; at: obj y l'aul - Ley de Malus: $[I = I_0 \cos^2 \alpha]$ - Vector de Stokes: $[\vec{S} = \begin{pmatrix} I \\ M \\ C \\ S \end{pmatrix} = \frac{1}{A_1^2 A_2^2} \begin{pmatrix} A_1^2 A_2^2 \\ 2A_1 A_2 \cos \delta \\ 2A_1 A_2 \cos \delta \\ 2A_1 A_2 \sin \delta \end{pmatrix}]$ - Angulo Brewster: $[\tan \theta_B = \frac{n'}{n}]$ - Angulo límite: $[\sin \theta_L = \frac{n'}{n}]$

- Factores T, R incidencia normal: $[T_{||} = T_{\perp} = \frac{4n_1 n_2}{(n_1 + n_2)^2}]$ - Índice complejo: $[\hat{n} = n - i\kappa]$ - Relacion de Drude: $[n \approx \kappa \approx \sqrt{\frac{2\pi n^2}{\omega}}]$ - Medio anisotropo: $[\vec{D} = \vec{\epsilon} \vec{E}]$ - Matriz E: $[\vec{E} = \begin{pmatrix} E_x & 0 & 0 \\ 0 & E_y & 0 \\ 0 & 0 & E_z \end{pmatrix}]$

- Matriz índices: $[(n) = \begin{pmatrix} n_x & 0 & 0 \\ 0 & n_y & 0 \\ 0 & 0 & n_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{\epsilon_x} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{\epsilon_y} & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{\epsilon_z} \end{pmatrix}]$ - Velocidades principales: $[v_i = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_i}}]$ - Velocidad: $[v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}]$ - Desfase (luminos retardadas): $[\delta = \frac{2\pi}{\lambda} (n_2 - n_1) d]$ - Láminas de $\lambda/4$ y $\lambda/2$: $[d = \frac{\lambda}{4(n_2 - n_1)}] \rightarrow \delta = \pi/2$ $[d = \frac{\lambda}{2(n_2 - n_1)}] \rightarrow \delta = \pi$

- Máximos Young: $[x_m = m \lambda \frac{D}{d}]$ - Mínimos Young: $[x_m = \frac{2m+1}{2} \lambda \frac{D}{d}]$ - Visibilidad fargas: $[V = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}]$ - Máximo Michelson: $[2d \cos \theta = m \lambda]$ d: distancia entre fargas; θ : ángulo de observación - Filtro interferencial: $[2nd = m \lambda]$ n: índice medio; d: grosor lámina

- Espesor e índice lámina antireflejante: destrutivo: $[4nd = 2m - 1]$ constructivo: $[4nd = 2m + 1]$ $[n = \sqrt{n_1 n_2}]$ - Láminas caras-paralelas: $[d = e(1 - \frac{1}{n})]$ d: distancia entre caras; e: espesor - Densidad optica: $[D = \log \frac{1}{T} = \log_{10} (\frac{I_0}{I_t})]$ $[D_T = D_1 + D_2 = \log \frac{1}{T_1} + \log \frac{1}{T_2}]$

- Desviación primera angulo d: $[Angulo desviado = \gamma = 2\theta + d]$ $[n = \frac{\sin(\frac{d + 2\theta}{2})}{\sin(\frac{d}{2})}]$ $[\delta = (n-1)d]$ - Resolución angular: $[\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}]$ - Radio de Airy: $[\Delta \lambda = 1.22 \frac{\lambda^2}{2R}]$ - Máximo interferencia: $[d \sin \theta = n \lambda]$

- Mínimos interferencia: $[d \sin \theta = (2h+1) \frac{\lambda}{2}]$ - Mínimos difracción: $[a \sin \theta = n \lambda]$ - Apertura numérica: $[AN = n \sin \theta]$ - Retraso sízra: $[\Delta t = 2 \frac{n_p}{c} (\frac{n_p}{n_{atmosfera}} - 1)]$

- Radio anillos Newton: $[R_m = \sqrt{(m + \frac{1}{2}) \lambda R}]$ $m=0,1,2,...$ - Potencia hipermétrope: $[P = \frac{-1}{punto remoto}]$ - Potencia miopia: $[P = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{punto proximo} - \frac{1}{ojo}]$ - Semianchura angular: $[\sin \theta_{1/2} = \frac{\lambda}{Nd \cos \theta_{max}}]$

- Grado polarización endi: $[G = \frac{I_{paralelo} - I_{perpendicular}}{I_{paralelo} + I_{perpendicular}}]$ - Efecto Doppler OER: $[p' = \gamma \frac{c+v}{c} p]$ - Cambio λ : $[v = \frac{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} c]$ - Difracción Rayleigh: $[I = I_0 \frac{(1 + \cos^2 \theta)}{2R^2} (\frac{2\pi}{\lambda})^2 \frac{(n^2 - 1)^2}{(n^2 + 2)^2}]$

- Iluminación: $[Iluminacion (lux) = \frac{Intensidad (W/m^2)}{r^2}]$ - Poder Resolución rendija: $[PR = orden \times n^{\circ} rendijas]$ - Relacion separacion y ancho rendija: $[(\frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{d}{a}) \rightarrow$ máxima central

- Equivalencia W-luz: $[1W \Rightarrow 683 lm a 555nm]$ - N° imágenes que forman gradas: $[n^{\circ} imag = \frac{360}{\theta} - 1]$ - Binnig y Rayleigh: $\propto E^2$

- Lentes Delgadas:

$$\left[p = \frac{1}{f'} \right]; \left[p = \frac{1}{f'} = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \right]; \left[B = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \right] \rightarrow \text{Lentes} \rightarrow \begin{cases} s' > 0 \rightarrow \text{Real} \\ s' < 0 \rightarrow \text{Virtual} \end{cases} \begin{cases} \text{convergente} \rightarrow s' > 0 \\ \text{divergente} \rightarrow s' < 0 \end{cases}$$

Concava $\rightarrow R < 0$; Convexa $\rightarrow R > 0$




- Dioptrio esférico:

$$\left[p = \frac{-n_1}{n_2 - n_1} \right]; \left[p' = \frac{n_2}{n_2 - n_1} \right]; \left[\frac{n_2}{s'} - \frac{n_1}{s} = \frac{n_2 - n_1}{R} \right]; \left[B = \frac{y'}{y} = \frac{s' n_2}{s n_1} \right]$$

- Espejo esférico: $n = \infty$ lente

$$\left[p = p' = \frac{R}{2} \right]; \left[\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = \frac{1}{R} \right]; \left[B = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} = \frac{1}{1 - 2s} \right] \rightarrow \text{Espejo} \rightarrow \begin{cases} s' > 0 \rightarrow \text{Virtual} \\ s' < 0 \rightarrow \text{Real} \end{cases}$$

- Tipos de lente:

o Biconvexa \rightarrow  o Plano-convexa \rightarrow  o Menisco convergente \rightarrow  \rightarrow Convergente

o Biconcava \rightarrow  o Plano-concava \rightarrow  o Menisco divergente \rightarrow  \rightarrow Divergente.

o ¿Cómo son las imágenes formadas por las lentes, según posición del objeto?

Clase de lente	Situación objeto	Características de la imagen
convergente	$s > 2f$	Real, menor, invertida
convergente	$s = 2f$	Real, igual, invertida
convergente	$f < s < 2f$	Real, mayor, invertida
convergente	$s = f$	No se forma imagen
convergente	$s < f$	Virtual, mayor, derecha
Divergente	En cualquier punto	Virtual, menor, derecha

o ¿Cómo son las imágenes formadas por los espejos, según la posición del objeto?

Clase de espejo	Situación objeto	Características de la imagen
Plano	—	Virtual, igual, derecha, inversión lateral
Concavo	$s > 2f$	Real, menor, invertida
Concavo	$s = 2f$	Real, igual, invertida
Concavo	$f < s < 2f$	Real, mayor, invertida
Concavo	$s = f$	No se forma imagen
Concavo	$s < f$	Virtual, mayor, derecha
Convexo	En cualquier punto	Virtual, menor, derecha

Formulario Tema 14: Matemáticas

Probabilidad suma 3 sucesos:

+ P(A ∩ B ∩ C)

$$P(A \cup B \cup C) = P(A) + P(B) + P(C) - P(A \cap B) - P(A \cap C) - P(B \cap C)$$

- Dep. probabilidad:

- Prob. suma:

$$P = \frac{\text{casos favorables}}{\text{casos posibles}}$$

$$P(S_1 \cup S_2) = P(S_1) + P(S_2) - P(S_1 \cap S_2)$$

- Prob. condicionada:

- Prob. intersección:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$$P(A \cap B) = P(B) P(A|B) = P(A) P(B|A)$$

- Sucesos independientes:

- Fórmula iterativa intersección:

$$P(A|B) = P(A); P(A \cap B) = P(A) P(B)$$

$$P(A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n) = P(A_1) P(A_2|A_1) P(A_3|A_1 \cap A_2) \dots P(A_n|A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_{n-1})$$

- Varianza y media:

$$\sigma^2 = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2$$

- Teorema probabilidad total:

- Teorema de Bayes:

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(A|B_i) P(B_i)$$

$$P(B_i|A) = \frac{P(B_i) P(A|B_i)}{P(B_1) P(A|B_1) + \dots + P(B_n) P(A|B_n)}$$

- Derivada prob:

- Función distribución:

$$P(a \leq x \leq b) = \int_a^b f(x) dx$$

$$F(x) = P(X \leq x)$$

Si elementos que se repiten: n_1, n_2, \dots, n_k con $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$

- Esperanza de $h(x)$:

$$E[h(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} h(x) f(x) dx$$

- Variación m elementos de n en n:

$$V_{m,n} = \frac{n!}{(n-m)! m!}$$

$$VR_{m,n} = m^n$$

- Permutaciones m elementos:

$$P_m = V_{m,m} = m!$$

$$P_{m,n} = \frac{n!}{n! (n-m)!} = \frac{n!}{(n-m)!}$$

- Ensamble $(m-1)!$

- Combinaciones m elementos tomados de n en n

$$C_{m,n} = \binom{n}{m} = \frac{n!}{m! (n-m)!}$$

- Distribución binomial:

$$P = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

- Rango probabilidad del normal:

$$\begin{cases} P(\mu - \sigma < X < \mu + \sigma) = 68\% \\ P(\mu - 1.96\sigma < X < \mu + 1.96\sigma) = 95\% \\ P(\mu - 3\sigma < X < \mu + 3\sigma) = 99\% \end{cases}$$

- Teorema límite central:

$$\sigma^2 = n \sigma_T^2$$

Si σ_T^2 es la varianza de la media

- Parámetros distribuciones más usuales

Nombre	Media (μ)	Varianza (σ^2)
Binomial	np	npq
Poisson	λ	λ
Uniforme	$\frac{b+a}{2}$	$\frac{(b-a)^2}{12}$
Normal	μ	σ^2
Exponencial	$\frac{1}{\lambda}$	$\frac{1}{\lambda^2}$
Bernoulli	p	pq
Geométrica	$1/p$	q/p^2
χ^2	k	$2k$

- Serie de Taylor:

$$f(x) = f(a) + \frac{f'(a)}{1!} (x-a) + \frac{f''(a)}{2!} (x-a)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(a)}{n!} (x-a)^n + \dots$$

- Serie McLaurin:

$$f(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!} x + \frac{f''(0)}{2!} x^2 + \dots$$

- Taylor $\frac{1}{x}$:

$$\frac{1}{x} = 1 - (x-1) + (x-1)^2 - (x-1)^3 + \dots$$

- Taylor $\ln(x)$:

$$\ln x = (x-1) - \frac{(x-1)^2}{2} + \frac{(x-1)^3}{3} - \dots$$

- Taylor e^x :

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

- Taylor $\sin(x)$:

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots$$

- Taylor $\cos(x)$:

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots$$

- Taylor $\arcsen(x)$:

$$\arcsen x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \dots$$

- Taylor $\operatorname{arctan}(x)$:

$$\operatorname{arctan} x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \dots$$

- Asímptota oblicua:

$$m = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{x}; n = \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) - mx; y = mx + n$$

- Logaritmo negativo y complejo:

$$\begin{aligned} \ln(-a) &= \ln(a) + i\pi \\ \ln z &= \ln r + i(\theta + 2\pi k) \end{aligned}$$

- Integral (trapezoido):

$$\int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \frac{f(a) + f(b)}{2}$$

- Integral (Simpson):

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{6} [f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b)]$$

- Relación A^{-1} y $\operatorname{adj}(A)$:

$$A^{-1} = \frac{\operatorname{adj}(A)}{|A|}$$

$$\frac{1 - \cos 2a}{2} = \sin^2 a$$

$$\frac{1 + \cos 2a}{2} = \cos^2 a$$

- Relaciones trigonométricas:

$$\begin{cases} \sin^2 a + \cos^2 a = 1 \\ \cos 2a = \cos^2 a - \sin^2 a \\ \sin 2a = 2 \sin a \cos a \end{cases} \quad \begin{cases} \sin(a+b) = \sin a \cos b + \cos a \sin b \\ \sin(a-b) = \sin a \cos b - \cos a \sin b \end{cases} \quad \begin{cases} \cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b \\ \cos(a-b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b \end{cases}$$

- Función Gamma:

$$\Gamma(n) = \int_0^{\infty} x^{n-1} e^{-x} dx$$

- Propiedades:

$$\begin{aligned} \Gamma(n+1) &= n! \Gamma(n) \\ \Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right) &= \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)}{2^n} \sqrt{\pi} \end{aligned}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Gamma(n+1)}{n^n e^{-n} \sqrt{2\pi n}} = 1$$

$$\Gamma(x) \Gamma(1-x) = \frac{\pi}{\sin(\pi x)}$$

- Operador Laplaciano:

$$\Delta = \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

- Transformada Fourier:

$$g(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega x} dx$$

- Propiedades TF:

$$\begin{aligned} F\{f(at)\} &= \frac{1}{|a|} F\left(\frac{\omega}{a}\right); F\{f(t-t_0)\} = F(\omega) e^{-i\omega t_0} \\ F\{f(t) e^{i\omega_0 t}\} &= F(\omega - \omega_0); F\left\{\frac{\partial f(t)}{\partial t}\right\} = i\omega F(\omega); F\{f(t) g(t)\} = \frac{\partial F(\omega)}{\partial \omega} \\ F\{f(t) * g(t)\} &= F(\omega) G(\omega) \end{aligned}$$

- Volumen esfera n dimensiones:

$$V = \frac{\pi^{n/2} R^n}{\Gamma(n/2 + 1)}$$

- F6rmula de Leibniz:

$$\left[\frac{d}{dx} \left(\int_{g(x)}^{h(x)} f(t, x) dt \right) = \int_{g(x)}^{h(x)} \frac{\partial f}{\partial x} dx + f(h(x))h'(x) - f(g(x))g'(x) \right]$$

- Polinomios Legendre:

$$\left[\int_0^{\pi} P_n(x) P_m(x) e^{ix} dx = (n!)^2 \delta_{nm} \right]$$

- Polinomios Hermite:

$$\left[\int_{-\infty}^{\infty} H_n(x) H_m(x) e^{-x^2} dx = n! \sqrt{\pi} \delta_{nm} \right]$$

- Polinomios Legendre: $P_n(-x) = (-1)^n P_n(x)$

$$\left[\int_{-1}^1 P_m(x) P_n(x) dx = \frac{2}{2n+1} \delta_{nm} \right]$$

- Funci6n Bessel:

$$\left[J_{-n}(x) = (-1)^n J_n(x) \right]$$

- Polinomios Chebyshev:

$$\left[T_0(x) = 1 \right]$$

$$\left[T_{n+1}(x) = 2x T_n(x) - T_{n-1}(x) \right]$$

- Teorema Cauchy:

$$\left[\oint_{\gamma} \frac{f(z)}{z-z_0} dz = 2\pi i f(z_0) \right]$$

- Excentricidad elipse:

$$\left[e = \frac{c}{a} \right]$$

- Distancia entre focos elipse:

$$\left[2(a^2 - b^2)^{1/2} \right]$$

- Longitud pericentro:

$$\left[(a^2 - b^2)^{1/2} \right]$$

- Divergencia exponencial:

$$\left[\nabla \cdot \vec{F} = \frac{1}{x^2} \frac{\partial}{\partial x} (x^2 F_x) \right]$$

- S6lido Revolucion:

$$\left[V = \int_a^b \pi f^2(x) dx \right]$$

- Transformada Laplace:

$$\left[F_B(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} f(t) dt \right]$$

- Propiedades:

$$\left[F\{f(t)\} = F(s) \right]$$

$$\left[F\{e^{at} f(t)\} = F(s-a) \right]$$

$$\left[F\{f'(t)\} = s F(s) - f(0) \right]$$

- Conclusi6n de f(x) y g(x):

$$\left[h(x) = \int_a^b f(x) g(x) dx \right]$$

- F6rmula Euler:

$$\left[e^{ix} = \cos(x) + i \sin(x) \right]$$

- Relaci6n e ion

$$\left[(\cos(x) + i \sin(x))^n = \cos(nx) + i \sin(nx) \right]$$

- Derivada vectorial absoluto:

$$\left[y = |x| \Rightarrow y' = \frac{x}{|x|} u' \right]$$

- Plano tangente a superficie:

$$\left[f(x, y, z) = 0 \text{ en } (x_0, y_0, z_0) \right]$$

$$\left[\cos(x) = \frac{e^{ix} + e^{-ix}}{2} \right]$$

- N6mero diagonal pol6gono n lados:

$$\left[n^0 = \frac{n(n-1)}{2} \right]$$

- Suma y resta distribuci6n:

$$\left[T = A + B \Rightarrow \mu_T = \mu_A + \mu_B \right]$$

$$\left[\sigma_T^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 \right]$$

- Factor cobertura y nivel de confianza distintos:

Nivel (conf) (%)	Factor (coeficiente k _p)
68.27	1
90	1.645
95	1.96
95.45	2
99	2.576
99.73	3

- Periodicidad exponencial:

$$\left[e^{i(0+2\pi k)} = e^{i0} = 1 \right]$$

$$\left[\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{x^2 + a^2} = \frac{\pi}{a} \right]$$

- L6mite n6mero e:

$$\left[e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n} \right)^n \right]$$

- Teorema de Moivre:

$$\left[(\cos(x) + i \sin(x))^n = \cos(nx) + i \sin(nx) \right]$$

- Ecu. diferencial ordinaria:

$$\left[x^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + x \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2} = 0 \right]$$

- Residuo orden N:

$$\left[\text{Res}(f, z_0) = \lim_{z \rightarrow z_0} \frac{1}{(N-1)!} \frac{d^{N-1}}{dz^{N-1}} [(z-z_0)^N f(z)] \right]$$

- Tensores

$$\left[A_{ij} \rightarrow \text{covariante} \right]$$

- Error relativo:

$$\left[\epsilon_r = \frac{\text{Real} - \text{Aproximaci6n}}{\text{Real}} \times 100 \right]$$

- Estimaci6n $\hat{\Phi}$ del par6metro Φ :

$$\left[\text{NO SE SABE} \Rightarrow \langle \hat{\Phi} \rangle = \Phi \right]$$

- Residuo orden 1:

$$\left[\text{Res}(f, z_0) = \lim_{z \rightarrow z_0} (z-z_0) f(z) \right]$$

- Propiedad matriz nxn diagonalizable:

- Condici6n suficiente para q sea diagonalizable: que presente n valores propios distintos.

- Varianza simulaci6n Monte Carlo:

$$\left[\sigma^2 \propto \frac{1}{N} \right]$$

- Relaci6n σ, μ dist. normal:

$$\left[\sigma = \frac{\mu}{\sqrt{N}} \right]$$

- Quarks:

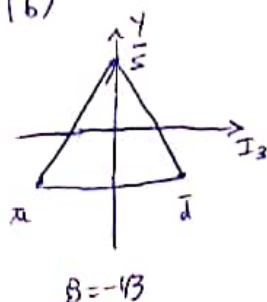
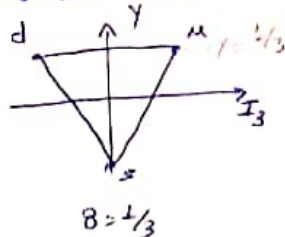
Formulario tema 16: Partículas fundamentales

Quarks		Masa (GeV/c^2)	Espin	I	I_3	Q	B	S	C	B	T
u	up	$6 \cdot 10^{-3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	0	0	0
d	down	$10 \cdot 10^{-3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	0	0	0
s	strange	$200 \cdot 10^{-3}$	$\frac{1}{2}$	0	0	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-1	0	0	0
c	charm	1.35	$\frac{1}{2}$	0	0	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	+1	0	0
b	bottom	5	$\frac{1}{2}$	0	0	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	0	-1	0
t	top	$> 80(?)$	$\frac{1}{2}$	0	0	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	0	0	+1

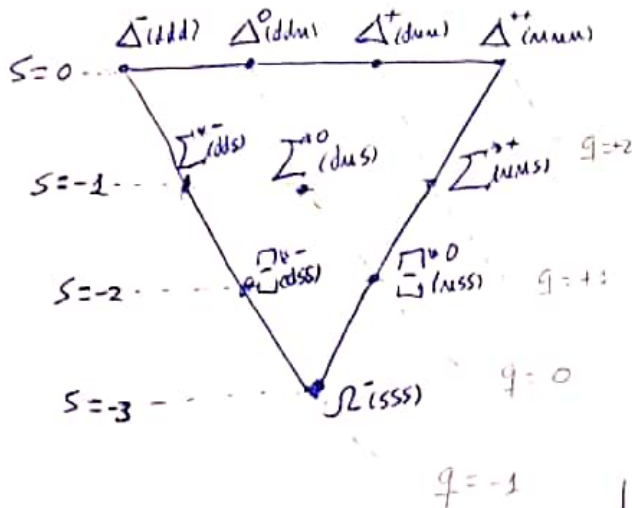
- Leyes de conservación:

Cantidad Conservada	Símbolo	Int. Fuerte	Int. EM	Int. Débil
Energía	E	+	+	+
Momento lineal	P	+	+	+
Momento angular total	J	+	+	+
Carga eléctrica	Q	+	+	+
Nº bariónico	B	+	+	+
Nº leptónico electrónico	L_e	+	+	+
Nº leptónico muónico	L_μ	+	+	+
Nº leptónico tauónico	L_τ	+	+	+
Isospin (I)	I	+	+	-
Tercera comp. Isospin (I_3)	I_3	+	+	-
Paridad	P	+	+	-
Conjugación carga	C	+	+	-
Conjugación carga-paridad	CP	+	+	-
Inversión temporal	T	+	+	+
CPT	CPT	+	+	-
Extrañeza	S	+	+	-
Encanto	C	+	+	-
Belleza	B	+	+	-
Verdad	T	+	+	-

- Quarks: $\frac{2}{3} \rightarrow \begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}$



- Decuplete bariones: ($J = \frac{3}{2}^+$)



- Leptones: ($S = \frac{1}{2}$)

Partícula	Carga eléctrica	masa (Me/c ²)	Vida media (s)	Nº leptónico
e ⁻	-1	0.511	~10 ⁻²¹	L _e = 1
ν _e	0	~0	~10 ⁻²¹	L _e = 1
μ ⁻	-1	105.66	2.2 × 10 ⁻⁶	L _μ = 1
ν _μ	0	20.2	~10 ⁻²¹	L _μ = 1
τ ⁻	-1	1784	3 × 10 ⁻¹³	L _τ = 1
ν _τ	0	135	?	L _τ = 1

P(antiquark) = -p(quark)

P(antibaryon) = p(baryon)

masa = 0

Gluon → carga = 0, spin = 1

Grafito → spin = 0

J/P → (cc), (bb), (tt)

- Supersimetría:

Part.	Spin	Compañero supersimetría	Spin
Fotón	1	Fotino	1/2
W [±]	1	Wino	1/2
Z ⁰	1	Zino	1/2
Gluones	1	Gluinos	1/2
Quarks	1/2	Esquarks	1
Leptones	1/2	Esleptones	1

- Energías y tiempos según interacción:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Fuerte} \rightarrow \Gamma \approx \text{Sommer}; 10^{-22} - 10^{-25} \text{ s} \\ \text{EM} \rightarrow \Gamma \approx 4 \cdot 10^{-6} \text{ MeV}; 10^{-16} - 10^{-20} \text{ s} \\ \text{Débil} \rightarrow \Gamma \approx 10^{-2} \text{ MeV}; 10^{-6} - 10^{-12} \text{ s} \end{array} \right\}$$

- 3^{ra} Comp. Isospin:

$$[I_3 = Q - \frac{Y}{2}]$$

$$[Y = B + S]$$

- Ecu Klein-Gordon (S=0)

$$[\partial_\mu^* \partial_\mu \psi(x) - m^2 \psi(x) = 0]$$

$$[d = -\partial_\mu \partial_\mu^* \psi(x) - m^2 \psi(x) = 0]$$

- Ecu Dirac (S=1/2):

$$[\partial_\mu \partial_\mu \psi(x) - m \psi(x) = 0]$$

$$[d = -\psi(x) (\partial_\mu \partial_\mu + m) \psi(x)]$$

- Paridad (2^{da} comp. isospin):

$$[P \psi(\vec{x}, t) = (-1)^S \psi(-\vec{x}, t)]$$

- Simetría paridad-antipartícula:

$$[P \psi(\vec{x}) = (-1)^{L+S} \psi(-\vec{x})]$$

- Fotones: