

Unidades e Constantes

$$1 \text{ u} = 1,660538921 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$1 \frac{\text{eV}}{c^2} = 1,738 \cdot 10^{-36} \text{ kg}$$

$$1 \text{ pc} = 30,857 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

$$\pi = 3,14159$$

$$e = 2,71828$$

$$\text{Permissividade do vácuo: } \epsilon_0 = 8,85419 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$$

$$\text{Permeabilidade do vácuo: } \mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

$$\text{Velocidade da luz no vácuo: } c = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}} = 2,9979 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Massa do elétron: } m_e = 9,10939 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 0,0005486 \text{ u} = 511,0 \frac{\text{keV}}{c^2}$$

$$\text{Massa do próton: } m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,007276 \text{ u} = 938,27 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\text{Massa do néutron: } m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0087 \text{ u} = 939,57 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\text{Carga elementar: } e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Constante de Planck: } h = 6,626076 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{Constante de Planck reduzida: } \hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05457 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{Comprimento de onda Compton do elétron: } \lambda_c = \frac{h}{mc} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\text{Constante de Hubble: } H_0 \simeq 70 \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$$

Fórmulas

Transformação de Galileu (R' se movimentando com $\vec{u} = (u, 0, 0)$ em relação a R):

$$x' = x - ut, y' = y, z' = z, t' = t$$

Transformação inversa: A mesma, substituindo u por $-u$

Transformação de Lorentz (mesmo caso): $x' = \gamma(x - ut), y' = y, z' = z, t' = \gamma(t - \frac{u}{c^2}x)$,

$$\text{onde } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-(u/c)^2}}, \beta = \frac{u}{c}$$

Transformação inversa: A mesma, substituindo u por $-u$

$$\text{Dilatação do tempo: } \Delta t' = \frac{\Delta t}{\gamma}$$

$$\text{Contração do comprimento: } L'_\parallel = \frac{L_\parallel}{\gamma}$$

$$\text{Diferença de sincronização de relógios: } \Delta t = -\frac{u}{c^2} \Delta x$$

$$\text{Transformação de velocidades: } \vec{v}' = \left(\frac{v_x - u}{1 - (u/c^2)v_x}, \frac{v_y}{\gamma(1 - (u/c^2)v_x)}, \frac{v_z}{\gamma(1 - (u/c^2)v_x)} \right)$$

$$\text{Efeito Doppler para o som: } \nu_o = \frac{c_s + v_o}{c_s - v_f} \nu_f,$$

onde $\nu_{f/o}$ = freqüência na fonte / no observador,

$v_{f/o}$ = velocidade da fonte/ do observador em direção ao observador/ à fonte

$$\text{Efeito Doppler longitudinal para a luz: } \nu_o = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \nu_f = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} \nu_f,$$

onde v = velocidade de aproximação fonte-observador, $\beta = \frac{v}{c}$

$$\text{Efeito Doppler transversal para a luz: } \nu_o = \frac{\nu_f}{\gamma} = \sqrt{1 - \beta^2} \cdot \nu_f,$$

onde $\beta = \frac{v}{c}$ = velocidade relativa perpendicular à linha fonte-observador

$$\text{Momento linear relativístico: } \vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \gamma m_0 \vec{v}$$

$$\text{Energia total relativística: } E = E_0 + E_c = m_0 c^2 + E_c = \gamma m_0 c^2 = M(v) c^2$$

$$\text{Relação prática: } E^2 = p^2 c^2 + (m_0 c^2)^2 = p^2 c^2 + E_0^2$$

$$\text{Fótons (relações de deBroglie): } E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Aplicações

Efeito Compton: $\lambda - \lambda_0 = \lambda_c(1 - \cos \theta)$

Partícula em um campo Magnético com $\vec{v} \perp \vec{B}$:

Movimento circular uniforme com $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{qvB}{\gamma m}$, $r = \frac{\gamma v m}{qB} = \gamma r_{class.}$, $p = m\gamma v = qBr$

Energia limiar do fóton na produção de um par e^-e^+ (com transferência de

momento linear para uma partícula com massa M): $E_L = 2m_e c^2(1 + \frac{m_e}{M})$

Energia de Ligação do núcleo com massa M , Z prótons, N nêutrons:

$E_L = \Delta mc^2 = (Zm_p + Nm_n - M)c^2$, onde Δm = Defeito de massa

Energia liberada na reação $A+B+\dots \rightarrow C+D+\dots$: $Q = [(M_A + M_B + \dots) - (M_C + M_D + \dots)] c^2$

Efeito Cherenkov: $\cos \varphi = \frac{c_n}{v} = \frac{c}{nv}$, onde n = índice de refração do meio,

φ = ângulo entre a velocidade da partícula \vec{v} e da direção de propagação da luz

Leis de Maxwell (formas integrais)

Lei de Gauss para o campo elétrico: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$

Lei de Gauss para o campo magnético: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$

Lei de Indução de Faraday: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

Lei de Ampére-Maxwell: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0(i + i_d) = \mu_0(i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt})$

Equação de continuidade: $\oint \vec{j} \cdot d\vec{A} = -\frac{dq}{dt}$

Força de Lorentz: $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$

Teoria do Big Bang (Cosmologia)

Redshift: $z = \frac{\lambda}{\lambda_0} - 1$,

onde λ_0 = comprimento de onda na emissão, λ na detecção da luz

Velocidade de recessão de uma galáxia: $v = c \cdot z$

Distância da galáxia: $d = \frac{v}{H_0} = \frac{c \cdot z}{H_0}$