C.Física Moderna: Taller 4

Mecánica relativista y "Relatividad general"

1. Fuerza

Una carga q en $x = 0$ se acelera desde el reposo debido a un campo eléctrico constante $\vec{E} = E\,\hat{x}$, con $E > 0$.

1. Muestre que la aceleración de la carga está dada por:

$$a_x = \frac{qE}{m_0}(1 - u_x^2/c^2)^{3/2} \tag{1}$$

2. Muestre que la velocidad de la carga en cualquier tiempo t está dado por:

$$u_x = \frac{qEt/m_0}{\sqrt{1 + (qEt/m_0c)^2}} \tag{2}$$

   (Ayuda: Integre la fuerza directamente)

3. Muestre que la distancia que se ha movido la carga a un tiempo t está dada por:

$$x(t) = \frac{m_0c^2}{qE}\left(\sqrt{1 + (qEt/m_0c)^2} - 1\right) \tag{3}$$

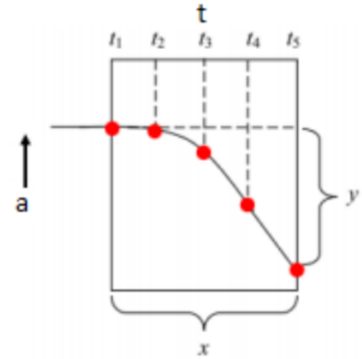
4. Muestre que cuando t es grande, u_x tiende a c & $x = ct$.

5. Muestre que si $qEt/m_0 \ll c$ se obtienen los resultados clásicos para a_x, u_x y x.

---

2. Relatividad general

1. Desde el punto de vista de un sistema de referencia con aceleración (a); un rayo de luz se desvía como lo muestra la siguiente figura:

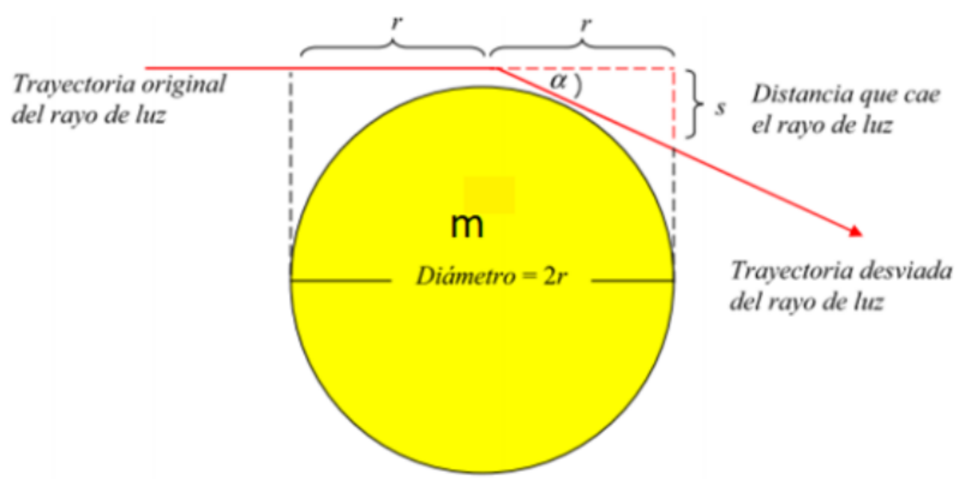


Calcular la distancia (y) que “cae” un fotón de luz en este sistema de referencia en función de la distancia x “horizontal” que recorre; sabiendo que el tiempo de aceleración es t; use las expresiones clásicas de la mecánica.

2. Obtener la expresión general del valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de un cuerpo masivo uniforme de masa (m), usando la ley de gravitación universal.

3. Usando el principio de equivalencia de la relatividad general, además de asumir que el rayo de luz incide sobre la superficie del cuerpo, y que la acción de la gravedad afecta al rayo durante una distancia del orden del diámetro del cuerpo masivo (mirar figura); demostrar que la desviación de un rayo de luz debida a este es (G: constante de gravitación universal):

$$\alpha = \frac{2Gm}{rc^2}$$



4. Calcular la desviación de un rayo de luz que incide sobre la superficie del sol en segundos de arco. Usando el formalismo de la relatividad general se demuestra que la desviación real es el doble que la anterior deducida, explique este este hecho.

Fórmulas útiles

Fuerza relativista

$$F_x = \frac{dp_x}{dt}$$

Donde

$$p_x = mu\gamma$$

Integral útil:

$$\int dx \frac{x}{\sqrt{1-\zeta x^2}} = -\frac{\sqrt{1-\zeta x^2}}{\zeta}$$