

Curso de Cosmología Básica

Unidad nro 7 (continuación): Lección nro 11

CONCEPTOS DE RELATIVIDAD

Teoría Especial de la Relatividad

La teoría especial de la relatividad, que fue desarrollada por Albert Einstein en 1905, está relacionada con sistemas de coordenadas que se mueven a velocidades constantes cada uno respecto del otro. La teoría especial está construida sobre dos postulados que han sido verificados en innumerables experimentos:

- 1) Las leyes de la naturaleza son las mismas en todos los sistemas de coordenadas en movimiento relativo a velocidad constante. Este postulado expresa la ausencia de un sistema de coordenadas universal. Si las leyes de la naturaleza fueran diferentes para diferentes observadores en movimiento relativo, ellos podrían establecer a partir de estas diferencias cuales objetos están “realmente estacionarios” y cuales están “realmente en movimiento”. Pero las leyes de la naturaleza son las mismas, y por lo tanto el movimiento es una cantidad relativa, no absoluta.
- 2) La velocidad de la luz en el espacio libre tiene el mismo valor para todos los observadores, cualquiera que sea su estado de movimiento. Si un observador está en movimiento relativo acercándose o alejándose de una fuente de luz, la velocidad de la luz que él mide es siempre igual a la velocidad que mide cuando él está en reposo en relación a la fuente.

Contracción de la longitud

Las medidas de muchas cantidades físicas están afectadas por el movimiento relativo entre un observador y lo que él observa. Así la longitud L de un objeto en movimiento es siempre más pequeña su longitud L_0 cuando está en reposo, un fenómeno llamado a menudo la *contracción de Lorentz*. Esta contracción ocurre solamente en la dirección del movimiento relativo; para un observador situado en la Tierra, una nave espacial es más corta cuando está en vuelo que cuando está en reposo, pero no más angosta. Puesto que el movimiento es relativo, el efecto actúa en ambas formas: para un observador situado en una nave espacial en movimiento, los objetos que están en la Tierra, parecen más cortos que cuando él estaba en reposo sobre la Tierra.

La relación entre L y L_0 es:

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Donde:

L_0 : Longitud medida cuando el objeto está en reposo en relación con el observador.

L : Longitud medida cuando el objeto está en movimiento con relación al observador.

v : Velocidad del movimiento relativo.

c : Velocidad de la luz.

Como la velocidad de la luz en el vacío es de 3×10^8 m/s, las contracciones de la longitud no son evidentes en la vida cotidiana. Sin embargo son muy significativas en los casos de partículas elementales tales como electrones, protones y neutrones, componentes de los átomos.

Dilatación del Tiempo

Un reloj que se mueve con respecto a un observador parece que suena más despacio que cuando está en reposo con respecto a él. Si alguien que está en una nave espacial encuentra que el intervalo de tiempo entre dos acontecimientos en la nave espacial es t_0 , una persona situada sobre tierra podría encontrar que el mismo intervalo tiene la duración t mayor. Este efecto se denomina *dilatación del tiempo*, y lo mismo que la contracción de la longitud es recíproca: los intervalos de tiempos sobre la Tierra son más largos para una persona que está en una nave espacial en vuelo que para una persona en tierra.

La relación entre t y t_0 es:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Donde:

t_0 : Intervalo de tiempo en el reloj en reposo en relación al observador.

t : Intervalo de tiempo en el reloj en movimiento en relación al observador.

Relatividad de la Masa

El mismo concepto que en el tiempo, ocurre con la masa, según la relación:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Donde:

m_0 : Masa medida cuando el objeto está en reposo en relación al observador.

m : Masa medida cuando el objeto está en movimiento en relación al observador.

Masa y Energía

Otra conclusión de la relatividad especial es la relación masa – energía:

$$E = m c^2$$

Esta es la formula de la Equivalencia entre la Masa y la Energía.

Relatividad General

La teoría de la Relatividad General, se refiere a sistemas de coordenada que están acelerados. Uno de los puntos de partida de la teoría es el *principio de equivalencia*: un observador que está en un laboratorio sin ventanas no tiene ningún medio para distinguir entre los efectos producidos por un campo gravitacional y los producidos por una aceleración del laboratorio.

La Relatividad General proporciona una explicación de la gravitación en términos de una distorsión del espacio.

Tres conclusiones importantes de la Relatividad General, confirmadas todas por experimentos, son:

- a) La luz es desviada por un campo gravitacional.
- b) Un reloj suena más lentamente en un campo gravitacional fuerte que en uno débil.
- c) La órbita del Planeta Mercurio alrededor del Sol muestra cierta característica que no puede explicarse solamente por la Ley de Gravitación Universal de Newton.

Prof. Dr. Raúl Roberto Podestá
Presidente LIADA
Coordinador de los Cursos LIADA