

---

**1. ¿En qué principios se basa la teoría de la relatividad especial? Enúncielos.**

- Primer principio: De relatividad – Las leyes de la física son las mismas en todos los sistemas de referencia inerciales (los que se mueven a velocidades lineales constantes). En otras palabras, no existe un sistema inercial de referencia privilegiado, que se pueda considerar como absoluto. Las distancias y los intervalos de tiempo son relativos a cada observador, esto contradice la existencia de un espacio y tiempos universales o absolutos.

- Segundo Principio: Invariancia de  $c$  – La velocidad de la luz en el vacío es una constante universal,  $c$ , que es independiente del movimiento de la fuente de luz. Esto contradice el principio de composición de velocidades.

Aclaración: Un sistema de referencia inercial es un sistema con conservación del momento lineal, es decir, sin aceleración. En mecánica newtoniana los sistemas inerciales son aquellos en los que se cumplen las leyes de Newton usando sólo las fuerzas reales que se ejercen unas partículas a otras. En un sistema inercial no aparecen fuerzas ficticias para describir el movimiento de las partículas observadas, y toda variación de la trayectoria tiene que tener una fuerza real que la provoca.

Dado a un sistema inercial, cualquier sistema que se mueva a velocidad lineal y constante de él, sigue siendo inercial. Dado un sistema de referencia inercial, cualquier otro que se mueva con aceleración lineal respecto al primero, o cuyos ejes roten con velocidad de rotación constante o variable, no es inercial.

---

**2. Según Einstein, la velocidad de la luz en el vacío:**

**A) Es constante para sistemas de referencia en reposo.**

**B) Es constante independientemente del sistema de referencia elegido.**

**C) Depende de la velocidad del foco emisor.**

Los postulados de la relatividad restringida pueden enunciarse:

1. Todos los sistemas inerciales son equivalentes con respecto a todas las leyes de la Física.
2. La velocidad de la luz en el vacío posee siempre el valor constante  $c$ .

Las otras opciones:

A. es cierto, pero este es un caso particular de la opción B correcta.

C. una de las características del segundo postulado de Einstein es que la velocidad a la que la luz se aleja de una fuente es totalmente independiente del movimiento propio de la fuente.

---

**3. Suponga una esfera de hierro de 10 centímetros de radio que se acelera constantemente ¿Qué le sucederá al aproximarse a la velocidad de la luz? ¿Qué le sucederá si la alcanzase?**

Aumentaría su masa muchísimo (la masa inercial, en reposo, sería la misma, pero la masa relativista crece con la velocidad). A la vez su dimensión en el sentido del desplazamiento se contraería, y el tiempo se ralentizaría.

Al alcanzar la velocidad de la luz se trasformaría en un agujero negro por la distorsión del espacio tiempo de una masa tan grande en un espacio tan pequeño.

---

**4. Justifique si es verdadera o falsa la siguiente afirmación, según la teoría de la relatividad especial: La masa de un cuerpo con velocidad  $v$  respecto de un observador es menor que su masa en reposo.**

---

5.

La energía en reposo de un electrón es 0,511 MeV. Si el electrón se mueve con una velocidad:  $v = 0,8 c$ , siendo  $c$  la velocidad de la luz en el vacío:

- a) ¿Cuál es la masa relativista del electrón para esta velocidad?
- b) ¿Cuál es la energía relativista total?

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón:  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Velocidad de la luz en el vacío:  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

---

6.

Una partícula de 1 mg de masa en reposo es acelerada desde el reposo hasta que alcanza una velocidad:  $v = 0,6 c$ , siendo  $c$  la velocidad de la luz en el vacío. Determine:

- La masa de la partícula cuando se mueve a la velocidad  $v$ .
- La energía que ha sido necesario suministrar a la partícula para que ésta alcance dicha velocidad  $v$ .

Dato: Velocidad de la luz en el vacío:  $c = 3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

(Pruebas de acceso a la Universidad – Madrid, junio 2012)

7. Un cohete tiene una longitud de 20 m cuando se encuentra en reposo. Calcula el cambio en la longitud cuando se desplaza a una velocidad de: a)  $7,2 \cdot 10^7 \text{ km/h}$ .; b)  $0,9 c$

Según la teoría de la relatividad, a velocidades próximas a las de la luz, cuanto más rápidamente se mueve una barra, tanto más corta aparece. Un cuerpo que se mueve respecto de un observador tiene para éste una longitud en dirección

del movimiento que es menor  $\frac{1}{\gamma}$  veces su longitud propia.

La longitud de un objeto medido en el Sistema de Referencia en el cual está el objeto en reposo se denomina longitud propia. En un S.R. en el cual se está moviendo el objeto, la longitud medida es más corta que la longitud propia.

Por tanto cualquier longitud es menor que la propia ya que  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} > 1$

La expresión:  $L' = \frac{L_p}{\gamma}$  recibe el nombre de contracción de Fitzgerald - Lorentz; ( $L' < L_p$ )

Como  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  tendemos que:  $L' = L_p \cdot \sqrt{1 - \beta^2} = L_p \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Los objetos no se contraen realmente, sino que al medir su longitud desde otro sistema de referencia ésta resulta ser menor que la longitud propia. La teoría de la relatividad de Einstein muestra que la contracción de Fitzgerald no constituye un cambio físico real en los cuerpos, sino una apariencia debida al movimiento relativo de los cuerpos.

Si en el sistema en reposo  $O$ , que ve el objeto en movimiento mide la longitud de la varilla es  $L$ . En el sistema en movimiento se mide la longitud de la varilla en movimiento es  $L/\gamma$ . Por tanto el observador  $O$  en reposo, que ve el objeto en movimiento, mide una longitud menor que el observador  $O'$  que ve el objeto en reposo.

**En nuestro problema:**

$$v = 7,2 \cdot 10^7 \text{ km/h} = (7,2 \cdot 10^7) \cdot (1.000/3.600) \text{ m/s} = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$c = 300.000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Sustituyendo:

$$L' = L_p \cdot \sqrt{1 - \beta^2} = L_p \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 20 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot 10^7}{3 \cdot 10^8}\right)^2} = 20 \cdot \sqrt{1 - 0,0444} = 20 \cdot \sqrt{0,9556} = 20 \cdot 0,9776 = 19,552 \text{ m}$$

$$\Delta L = L' - L_p = 19,552 - 20,000 = -0,448 \text{ m} = -44,8 \text{ cm}$$

Como se puede apreciar la contracción de la longitud de la varilla no es mucha, por ser su velocidad aún mucho más pequeña que la velocidad de la luz.

Así, una barra reduce su longitud a la mitad al moverse con una velocidad aproximadamente igual al 90 % de la velocidad de la luz.

**En efecto en este caso:**

$$L' = L_p \cdot \sqrt{1 - \beta^2} = L_p \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 20 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{0,9 \cdot c}{c}\right)^2} = 20 \cdot \sqrt{1 - 0,81} = 20 \cdot \sqrt{0,19} = 20 \cdot 0,436 = 8,72 \text{ m}$$