

## EJERCICIOS-RELATIVIDAD ESPECIAL

### 6- Paradojas en Relatividad Especial.

**6.1.** Dos naves de la flota estelar *Galactica* de 100 metros viajan a  $0'75c$  en el instante en que se cruzan ( $\Rightarrow$ ) a poca distancia. Debido a que pasan muy cerca una de la otra, el piloto de una de ellas (A) se asusta y acciona, sin querer, el disparador de misiles laterales de cola, de tal manera que se lanza un misil de la cola justo cuando la cola de la otra nave (B) pasa frente a la cabina de A. Según A, puesto que la nave B ha sufrido una contracción de Lorentz, el misil no impactará en B. Según B, puesto que A ha sufrido una contracción de Lorentz, el misil impactará en medio de su nave.

(a) Desde el sistema de referencia de la nave que recibe el impacto (B), calcula el tiempo que tarda la luz, en la nave que emite el misil (A), en recorrer dicha nave A.

(b) Desde el sistema de referencia de la nave que emite el misil (A), calcula el tiempo que tarda la luz en recorrer dicha nave A.

(c) Desde el sistema de referencia de la nave A calcula la distancia que la nave B recorre en el tiempo que tarda la señal de luz en llegar al misil.

(d) Calcula la posición final,  $x_{final}$ , de la cabina (el morro) de la nave B cuando la señal de luz llegue al misil (y este sea emitido).

**6.2. (Paradoja del garaje).** *James Bond* conduce su *Aston Martin* de 5 metros a  $0'6c$ . Q, el ingeniero del servicio secreto que proporciona a Bond los fantásticos artilugios, observa desde el exterior cómo va a pasar por un garaje de 4 metros. Q ha dispuesto un puerta a la entrada del garaje y otro a la salida, con sendos sensores, de tal manera que ambas puertas se cerrarán cuando el morro del coche llegue a la puerta trasera y cuando el final del coche acabe de pasar por la puerta delantera. Cómo Q ha estudiado relatividad sabe que, al viajar a  $0'6c$ , la longitud del *Aston Martin* se contrae y las puertas se accionarán de forma simultánea sin dañar el coche ni a Bond, cuando estos estén dentro del garaje. Por otra parte, James ve como el garaje de 4 metros se acerca hacia él a  $0'6c$ , con lo que se contrae y mide menos de 4 metros, cuando su *Aston Martin* sigue midiendo 5 metros. James está asustado puesto que espera que las puertas se cierren estando parte del coche fuera del garaje y parte dentro del garaje. Si el coche se accidenta para Bond también se accidenta para Q, es un suceso absoluto. Si el coche no se accidenta para Q no se accidenta para Bond.

- ¿Cuál es la longitud del *Aston Martin* vista por Q?
- ¿Se cerrarán ambas puertas simultáneamente según Q?
- ¿Cuánto mide el garaje según Bond?
- ¿En qué instantes de tiempo se cerrará cada puerta según Bond?

**6.3.** En el año 2035 un cometa puede impactar contra la Tierra. Para evitar tal catástrofe las naciones deciden enviar una cohete cargado con misiles contra él, a fin de desviarlo de su trayectoria. Si dicho cometa viaja a  $0'35c$  y es necesario que impacte contra el cohete con una velocidad relativa de  $0'85c$ , ¿cuál deberá ser la velocidad con que se envíe desde la Tierra?

**6.4. (SuperLópez juega a baseball).** SuperLópez está jugando un partido de baseball con sus amigos del supergrupo. En una jugada, uno de ellos, lanza la pelota a  $0'6c$ . Según los espectadores. ¿Cuánto mide el diámetro de la pelota si en reposo mide 10 centímetros? ¿Qué forma esperas que tendrá la pelota vista por los espectadores?

**6.5** Un astronauta regresa a casa en su nave espacial y, cuando él ve que faltan 100km para llegar envía una señal para avisar de que llega. Su nave vuela a  $0'6c$ .

- Según el astronauta, ¿cuánto tiempo tarda la señal en llegar a casa?
- Si, para confirmar que la señal ha llegado a casa, un dispositivo emite una señal de vuelta a la nave desde casa, ¿cuánto tiempo habrá transcurrido desde que el viajero emitiese la primera señal hasta que recibe la segunda (según él)?

c) Según la familia del viajero, ¿a qué distancia de casa emitió el astronauta la señal?

**6.6 (La paradoja de la llave y la cerradura.)** Considérese una llave de longitud  $l$  (con forma de T) y una cerradura (con forma de U) que, por seguridad, mide  $L > l$ . En el fondo de la cerradura hay un botón que acciona el cierre de una caja fuerte, que contiene la colección entera de tebeos de SuperLópez. De esta manera, al ser la llave más corta que la cerradura, no se podrá abrir y estarán a buen recaudo. Para apoderarse de la valiosa colección un caco decide acercar la llave a velocidades relativistas (el caco ha estudiado relatividad). Según el caco, la cerradura se acerca a él a altas velocidades, por lo que su profundidad sufre la contracción de Lorentz y así la llave podrá accionar el botón y abrir la caja. Pero desde el punto de vista de la cerradura, la llave mide menos y, si bien antes no podía accionar el botón, ahora menos. Para saber si conseguirá este caco-relativista hacerse con los tebeos:

(a) Calcula la longitud de la llave vista desde la cerradura.

(b) considera el impacto de la llave (parte trasera) con el cerrojo como suceso 1. Calcula cuando tendrá lugar el suceso 2, siendo este el impacto de la punta de la llave con el fondo de la cerradura.

*(Pensad que la información no puede viajar a velocidades mayores que la de la luz. Es interesante tener en mente la caja de Einstein, capítulo 5).*