

Sobre la Paradoja de los Gemelos

A. Blato

Licencia Creative Commons Atribución 3.0

(2015) Buenos Aires, Argentina

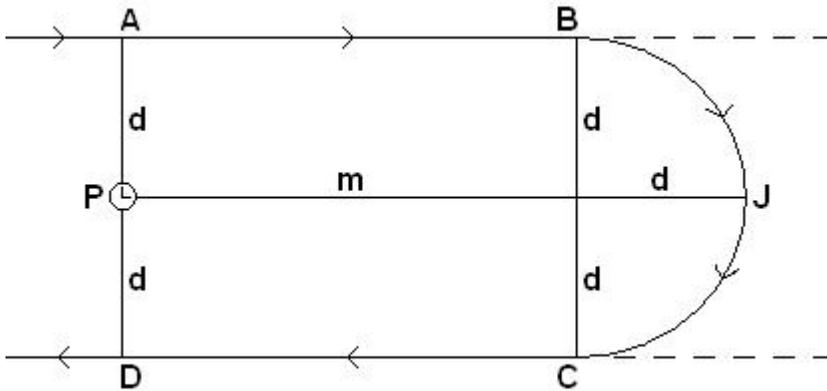
(KINETICO)

Introducción

Este artículo presenta un ejemplo relativamente sencillo que podría servir para tratar sobre la paradoja de los gemelos.

Sin embargo, este ejemplo también podría servir para tratar sobre la contracción de la longitud (o geometría) en un sistema no inercial.

En este ejemplo hay dos observadores: **Pepe** (que siempre es un observador inercial) y **Juan** (que no siempre es un observador inercial)



Sistemas de Referencia Pepe, Juan y Auxiliares

Unidades de medida

Velocidad: 100000 km/s

Distancia: 100000 km

Tiempo: 1 s

Sistema de Referencia Inercial Pepe

Datos Iniciales

$$\overline{AB} + \widehat{BJC} + \overline{CD} = 24$$

$$\overline{AB} + \overline{CD} = 2 \text{ m}$$

$$\widehat{BJC} = \pi \text{ d}$$

Ecuación Base

$$m = 12 - 0,5 \pi \text{ d}$$

Variable d

$$0 < d < 24/\pi$$

Notas

En este ejemplo la única variable independiente es **d**.

Si **d** tiende a **0** entonces **m** tiende a **12**. Es principalmente en esta opción donde el reloj pulsera de Pepe respecto al sistema (no inercial) de Juan avanza de una manera muy intensa.

Si **d** tiende a $24/\pi$ entonces **m** tiende a **0**. Es principalmente en esta opción donde creo que este ejemplo podría también servir para tratar sobre la contracción de la longitud en el sistema (no inercial) de Juan.

Antes de comenzar el experimento Pepe determina el valor de la variable **d** y coloca una Estrella en cada uno de los puntos **A**, **B**, **J**, **C** y **D** que permanecen fijos (en reposo) respecto al sistema de Pepe.

Cuando comienza el experimento el reloj pulsera de Pepe siempre indica 0 Seg. en el punto **P** (respecto al sistema de Pepe) y el reloj pulsera de Juan siempre indica 0 Seg. en el punto **A** (respecto al sistema de Pepe)

Cuando finaliza el experimento el reloj pulsera de Pepe siempre indica 10 Seg. en el punto **P** (respecto al sistema de Pepe) y el reloj pulsera de Juan siempre indica 6 Seg. en el punto **D** (respecto al sistema de Pepe)

La velocidad del reloj pulsera de Juan respecto al sistema de Pepe es siempre de: $v = |2,4|$ (Constante)

La velocidad del reloj pulsera de Pepe respecto al sistema de Juan es siempre de: $v = |2,4|$ (Constante)

Por lo tanto, tanto para Pepe y como para Juan el factor gamma es: $\gamma = 1.6$ y su inverso es: $\gamma^{-1} = 0,6$

El sistema de Pepe en todo el experimento es siempre un sistema inercial.

El sistema de Juan es siempre un sistema inercial en el recorrido que va desde del punto **A** hasta el punto **B** y el sistema de Juan es siempre también un sistema inercial en el recorrido que va desde del punto **C** hasta el punto **D**.

El sistema de Juan es siempre un sistema no inercial en el recorrido que va desde el punto **B** hasta el punto **C** (pero en los puntos **B** y **C** el sistema de Juan es siempre un sistema inercial)

El sistema de Juan puede ser representado por otro sistema inercial auxiliar en el recorrido que va desde el punto **A** hasta el punto **B**. Este sistema inercial auxiliar será llamado sistema inercial de la Nave 1 (la Nave 1 luego del punto **B** sigue su viaje según como indican las rayas suspensivas de arriba)

El sistema de Juan puede ser representado por otro sistema inercial auxiliar en el recorrido que va desde el punto **C** hasta el punto **D**. Este sistema inercial auxiliar será llamado sistema inercial de la Nave 2 (la Nave 2 antes del punto **C** viene de su viaje según como indican las rayas suspensivas de abajo)

El sistema de Juan puede ser representado por otros sistemas inerciales auxiliares en el recorrido que va desde el punto **B** hasta el punto **C**. En este recorrido cada sistema inercial auxiliar será llamado sistema inercial de la Nave X (donde $1 < X < 2$)

Acto A: Cuando el reloj pulsera de Juan pasa por el punto **A**.

Acto B: Cuando el reloj pulsera de Juan pasa por el punto **B**.

Acto J: Cuando el reloj pulsera de Juan pasa por el punto **J**.

Acto C: Cuando el reloj pulsera de Juan pasa por el punto **C**.

Acto D: Cuando el reloj pulsera de Juan pasa por el punto **D**.

1) Armando el relato del sistema de Pepe: Cada vez que sucede un Acto el sistema de Pepe debe anotar los siguientes datos:

Ubicación (x,y) del reloj pulsera de Juan (respecto al sistema de Pepe), tiempo (t) en que el sistema de Pepe hizo esa medición (x,y) y también debe anotar lo que está indicando el reloj pulsera de Juan (T)

2) Armando el relato del sistema de Juan: Cada vez que sucede un Acto el sistema de Juan debe anotar los siguientes datos:

Ubicación (x,y) del reloj pulsera de Pepe (respecto al sistema de Juan), tiempo (t) en que el sistema de Juan hizo esa medición (x,y) y también debe anotar lo que está indicando el reloj pulsera de Pepe (T)

Base

$$0 < d < 24/\pi$$

$$m = 12 - 0,5 \pi d$$

$$\gamma = 1,6 \widehat{\quad} \mapsto \gamma^{-1} = 0,6$$

$$v = |2,4| \widehat{\quad} \mapsto v^{-1} = 0,41\widehat{6}$$

Acto A [En este Acto A los valores de t y T no dependen del valor de la variable **d**]

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: (x,y,t);(T) (0,d,0);(0)

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: (x,y,t);(T) (0,-d,0);(0)

Acto B [En este Acto B los valores de t y T sí dependen del valor de la variable **d**]

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: (x,y,t);(T) (m,d,v⁻¹m);(γ⁻¹v⁻¹m)

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: (x,y,t);(T) (-γ⁻¹m,-d,γ⁻¹v⁻¹m);(γ⁻¹γ⁻¹v⁻¹m)

Acto J [En este Acto J los valores de t y T no dependen del valor de la variable **d**]

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: (x,y,t);(T) (m+d,0,5);(3)

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: (x,y,t);(T) (-m-d,0,3);(5)

Acto C [En este Acto C los valores de t y T sí dependen del valor de la variable **d**]

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: (x,y,t);(T) (m,-d,10-v⁻¹m);(6-γ⁻¹v⁻¹m)

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: (x,y,t);(T) (-γ⁻¹m,d,6-γ⁻¹v⁻¹m);(10-γ⁻¹γ⁻¹v⁻¹m)

Acto D [En este Acto D los valores de t y T no dependen del valor de la variable **d**]

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: (x,y,t);(T) (0,-d,10);(6)

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: (x,y,t);(T) (0,d,6);(10)

Ej. 1

$$d = 4,8\pi^{-1}$$

$$\mapsto m = 9,6$$

$$\gamma = 1.\widehat{6} \mapsto \gamma^{-1} = 0,6$$

$$v = |2,4| \mapsto v^{-1} = 0,41\widehat{6}$$

Acto A

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,d,0);(0)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,-d,0);(0)$

Acto B

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (9.6,d,4);(2.4)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-5.76,-d,2.4);(1.44)$

Acto J

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (9.6+d,0,5);(3)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-9.6-d,0,3);(5)$

Acto C

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (9.6,-d,6);(3.6)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-5.76,d,3.6);(8.56)$

Acto D

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,-d,10);(6)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,d,6);(10)$

Ej. 2

$$d = 8\pi^{-1}$$

$$\mapsto m = 8$$

$$\gamma = 1.6 \widehat{} \mapsto \gamma^{-1} = 0,6$$

$$v = |2,4| \widehat{} \mapsto v^{-1} = 0,41\widehat{6}$$

Acto A

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,d,0);(0)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,-d,0);(0)$

Acto B

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (8,d,3.33);(2.0)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-4.8,-d,2.0);(1.2)$

Acto J

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (8+d,0,5);(3)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-8-d,0,3);(5)$

Acto C

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (8,-d,6.66);(4.0)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-4.8,d,4.0);(8.8)$

Acto D

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,-d,10);(6)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,d,6);(10)$

Ej. 3

$$d \approx 0$$

$$\mapsto m \approx 12$$

$$\gamma = 1.6 \widehat{} \mapsto \gamma^{-1} = 0,6$$

$$v = |2,4| \mapsto v^{-1} = 0,41\widehat{6}$$

Acto A

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,0,0);(0)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,0,0);(0)$

Acto B

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (12,0,5);(3)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-7.2,0,3);(1.8)$

Acto J

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (12,0,5);(3)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-12,0,3);(5)$

Acto C

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (12,0,5);(3)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-7.2,0,3);(8.2)$

Acto D

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,0,10);(6)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,0,6);(10)$

Ej. 4

$$d \approx 24 \pi^{-1}$$

$$\mapsto m \approx 0$$

$$\gamma = 1.6 \widehat{} \mapsto \gamma^{-1} = 0,6$$

$$v = |2,4| \widehat{} \mapsto v^{-1} = 0,41\widehat{6}$$

Acto A

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,7.64,0);(0)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,-7.64,0);(0)$

Acto B

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,7.64,0);(0)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,-7.64,0);(0)$

Acto J

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (7.64,0,5);(3)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (-7.64,0,3);(5)$

Acto C

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,-7.64,10);(6)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,7.64,6);(10)$

Acto D

1) Para el sistema de Pepe el reloj pulsera de Juan: $(x,y,t);(T) (0,-7.64,10);(6)$

2) Para el sistema de Juan el reloj pulsera de Pepe: $(x,y,t);(T) (0,7.64,6);(10)$

Observaciones

1) Los sistemas de coordenadas de Pepe y de Juan nunca rotan entre sí (el eje horizontal es el eje 'x' y con '+' en la parte derecha y el eje vertical es el eje 'y' y con '+' en la parte de arriba)

2) 'Sistema de Pepe' = 'sistema de referencia de Pepe', 'Sistema de Juan' = 'sistema de referencia de Juan', 'Sistema de la Nave 1' = 'sistema de referencia de la Nave 1', etc.

3) El reloj pulsera de Pepe coincide siempre con el origen del sistema de referencia Pepe y el reloj pulsera de Juan coincide siempre con el origen del sistema de referencia de Juan.

4) Representar el sistema de Juan (Nave de Juan) por otros sistemas inerciales auxiliares (Naves del 1 al 2) no es necesario.

5) Sigue ...