

Relatividad

Prof. Dr. Daniel Ávila

Ayud. José Alberto Maya

Calificación

* 100% Tareas

↳ Se suben cada jueves, 23:59

↳ Formato libre

↳ Se entregan a más tardar el siguiente jueves 23:59

↳ 3 a 4 problemas

* Penalizaciones

* No hay NP

Entrega		max(Calificación)
00:00-23:59	vier	8
00:00-23:59	sab	7
00:00-23:59	dom	6

INTRODUCCIÓN

Relatividad Especial

* c es constante

↳ tiempo es relativo

↳ dilatación temporal, contracción espacial

* Transformaciones de Lorentz

* Sistema de referencia inercial

* Espacio-tiempo

Relatividad General

* Teoría de la gravedad

↳ Gravedad de Newton

* Gravedad = Curvatura del espacio-tiempo

Newton $\vec{I} = -\frac{mMG}{r^2} \hat{r}$

Einstein

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = 8\pi T_{\mu\nu}$$

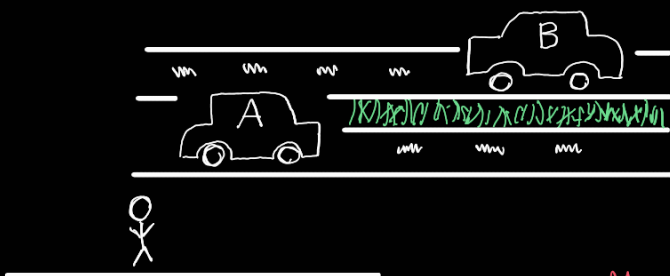
Ecuaciones de Einstein

La universalidad de la velocidad de la luz

"La velocidad de la luz es constante" **Postulado V1**

"La velocidad de la luz es la misma medida desde cualquier sistema de referencia inercial" **Postulado V2**

Ejemplo: Considere dos vehículos A y B



$$V_A = 80 \text{ km/h}$$

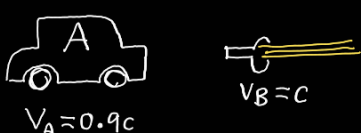
$$V_B = 100 \text{ km/h}$$

¿Cuál es la velocidad de B medida desde A?

$$V_{B/A} = V_B - V_A = 20 \text{ km/h}$$

Moraleja: la velocidad de un cuerpo depende del SRI respecto al cual se mide.

Supóngase ahora perseguimos a un haz de luz a una velocidad $v_A = 0.9c$, con c la velocidad de la luz.



Según Newton/Galileo $V_{B/A} = c - 0.9c = 0.1c$

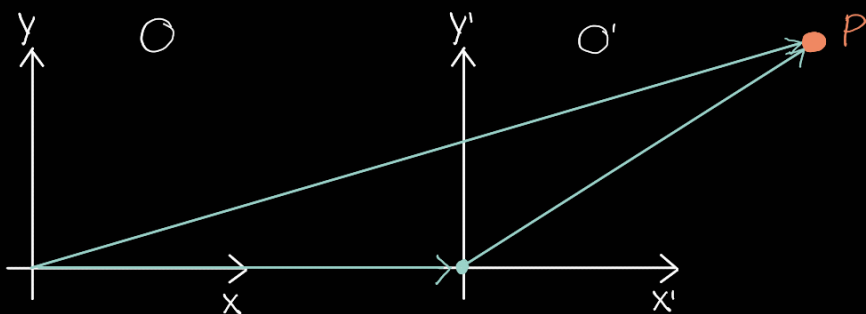
Según Einstein $V_{B/A} = c$

Sistema de Referencia Inercial (SRI): Lo define la primer ley de Newton

"En ausencia de fuerzas externas un cuerpo permanecerá en movimiento rectilíneo uniforme visto desde un SRI"

Transformaciones Galileanas

Considere dos SRI, O y O' tales que O' se mueve con velocidad v positiva respecto a O a lo largo del eje X . Los ejes de ambos están alineados, i.e. no hay ninguna rotación involucrada.



Ambos observan a una partícula P moviéndose

La posición de la partícula según O es (x, y)

La posición de la partícula según O' es (x', y')

¿Cuál es la relación de ambas?

$$\begin{aligned} x' &= x - vt \\ y' &= y \\ t' &= t \end{aligned}$$

Transformaciones de Galileo

¿Cuál es la relación entre la velocidad que mide O (v) y la que mide O' (v')?

$$x'(t) = x(t) - vt$$

$$y'(t) = y(t)$$

$$\Rightarrow \begin{aligned} \dot{x}' &= \dot{x} - v \\ y' &= y \end{aligned} \Rightarrow \begin{aligned} v'_x &= v_x - v \\ v'_y &= v_y \end{aligned}$$

Ley Galileana de adición de velocidades

Transformaciones de Lorentz

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1-v^2}} - \frac{vx}{\sqrt{1-v^2}}$$

(i) El tiempo no es absoluto

$$x' = \frac{x}{\sqrt{1-v^2}} - \frac{vt}{\sqrt{1-v^2}}$$

(ii) "El" espacio y "el" tiempo son lo mismo

↓
El espacio-tiempo

$$y' = y$$

Unidades

Mediremos al espacio y al tiempo en las mismas unidades metros

1 metro de tiempo: es el lapso de tiempo que le toma a la luz recorrer un metro de distancia

$$c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$c = \frac{1 \text{ metro distancia}}{1 \text{ metro de tiempo}} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 1 \quad \rightarrow \text{de ahí que } t' = \frac{t}{\sqrt{1-v^2}} - \frac{vx}{\sqrt{1-v^2}}$$