



Física III

clase 17 (17/05/2011)

Profesor: M. Antonella Cid
Departamento de Física, Facultad de Ciencias
Universidad del Bío-Bío

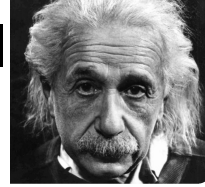
Carreras: Ingeniería Civil Civil, Ingeniería Civil
Mecánica, Ingeniería Civil Industrial



Física

- Física clásica: siglo XVII
 - Mecánica
 - Electromagnetismo
 - Óptica
 - Fluidos
 - Termodinámica
- Física moderna: siglo XX
 - Teoría de la Relatividad
 - Mecánica cuántica

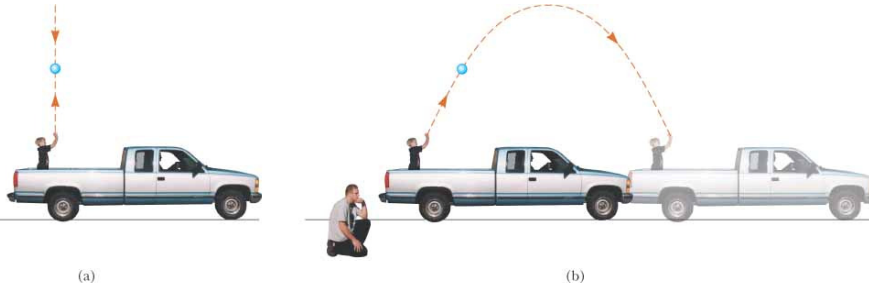
Relatividad especial



- Formulada por Einstein en 1905
- Nuestra intuición falla cuando tratamos de describir el movimiento de objetos que se mueven con velocidades cercanas a la de la luz
- Las mecánica de Newton no aplica
- Los experimentos muestran que las partículas no se pueden mover con rapidezces mayores que la de la luz
- A bajas velocidades, la teoría de Einstein se reduce a la mecánica de Newton
- Aplicaciones: plantas de energía, GPS

Sistema de referencia

- Para describir movimiento necesitamos un sistema de referencia (SR)
- Un sistema de referencia inercial (SRI) es aquel en el cual un cuerpo no acelera si sobre él no actúan fuerzas (reposo, velocidad constante)
- No existen SR absolutos: los resultados de experimentos realizados en un SRI en movimiento con rapidez constante serán los mismos que en un SRI en reposo
- **Principio de Relatividad Galileano:** Las leyes de la mecánica son las mismas en todos los SRI



©2004 Thomson - Brooks/Cole

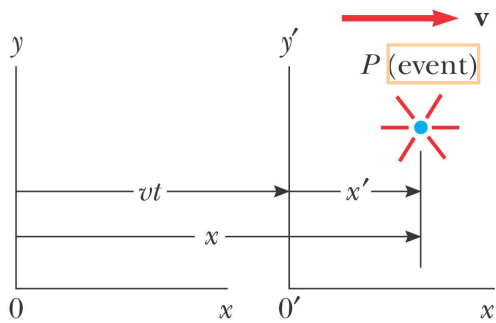
Los dos observadores no concuerdan en ciertos aspectos de la situación

Ambos observadores están de acuerdo en la validez de las leyes de la física

No existen experimentos mecánicos que puedan detectar diferencias en la validez de las leyes de la física entre los SRI, lo único que puede ser detectado es el movimiento relativo entre los SRI

Transformaciones galileanas

- Dos SRI: S y S'
- v es constante
- Los orígenes de S y S' coinciden en $t=0$
- S mide coordenadas (x, y, z, t)
- S' mide coordenadas (x', y', z', t')



$$x' = x - vt \quad y' = y \quad z' = z \quad t' = t$$

- Se asume que el tiempo es el mismo en S y S'

$$u'_x = u_x - v$$

$$a'_x = a_x$$



Problema!

- Las ecuaciones de Maxwell parecen indicar que la rapidez de la luz siempre tiene el mismo valor fijo $3 \cdot 10^8$ [m/s] en todos los SRI
- De acuerdo a las transformaciones galileanas la rapidez de la luz debería cambiar al cambiar de SRI
- Entonces:
 - Las leyes del electromagnetismo no son las mismas en todos los SRI
 - Las transformaciones galileanas no son válidas para la luz



Principio de la relatividad de Einstein

- Postulados
 - Principio de relatividad: las leyes de la física deben ser las mismas en todos los SRI
 - Constancia de la rapidez de la luz: la rapidez de la luz en el vacío tiene el mismo valor en todos los SRI: $3 \cdot 10^8$ [m/s]
- Consecuencias
 - Simultaneidad
 - Dilatación del tiempo
 - Contracción de longitudes

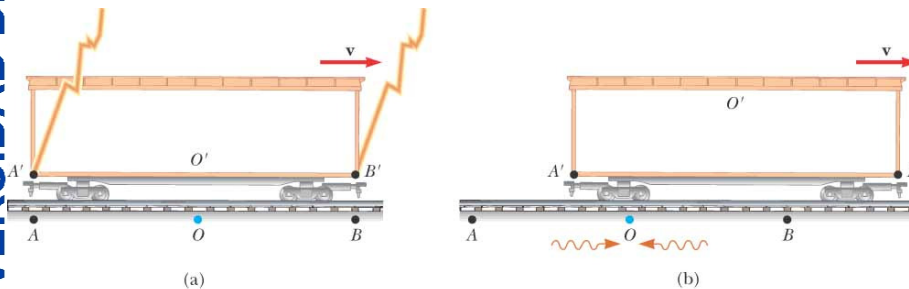
Descripción de eventos

- Un evento es algo que ocurre y podemos describir por 3 coordenadas espaciales y una coordenada temporal
- Los observadores en diferentes SRI describirán el mismo evento con coordenadas que tienen valores diferentes
- En relatividad no existen las longitudes absolutas o intervalos de tiempo absolutos y los eventos que son simultáneos en un SRI no los son en otro SRI



Simultaneidad

- El tiempo de Newton es absoluto, Einstein abandonó esta suposición.



©2004 Thomson - Brooks/Cole

Los observadores O y O' no están de acuerdo en la simultaneidad de los eventos

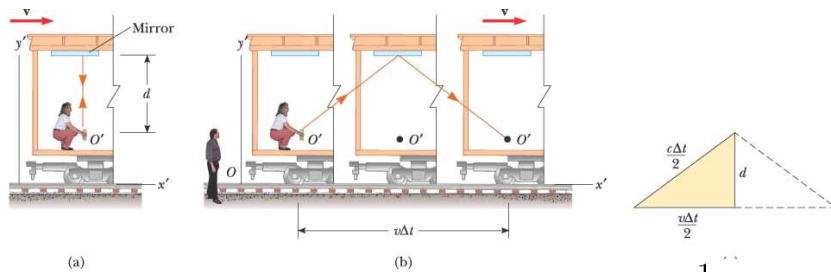


Longitud y tiempo propio

- La longitud propia es medida por un observador para el cual los extremos de la longitud permanecen fijos en el espacio
- El intervalo de tiempo propio se mide por alguien para quien los dos eventos ocurren mientras él tiene la misma posición en el espacio

Dilatación del tiempo

- Observadores en SRI diferentes pueden medir diferentes intervalos de tiempo



©2004 Thomson - Brooks/Cole

$$\Delta t = \gamma \Delta t_p \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

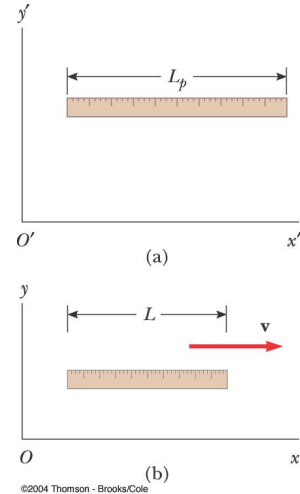
Todos los procesos físicos, químicos y biológicos parecen ocurrir más lento cuando los procesos ocurren en un SRI que se mueve respecto del observador



Contracción de las longitudes

- La longitud propia de un objeto es la longitud medida por un observador en reposo en relación al objeto
- Las longitudes se contraen en la dirección del movimiento

$$L = \frac{L_p}{\gamma}$$



Transformaciones de Lorentz

$$x' = \gamma(x - vt) \quad y' = y \quad z' = z$$

$$t' = \gamma \left(t - \frac{v}{c^2} x \right)$$