

Gravedad y curvatura

El principio de equivalencia

¿Existen los sistemas de referencia inerciales?

Ciertamente no podemos afirmar esto pues todos los experimentos efectuados son en la Tierra o en su órbita y esta se mueve de forma acelerada, \therefore podemos afirmar que \exists de forma aproximada.

Un sistema no inercial es el que está acelerado. Las causantes de los movimientos acelerados son las fuerzas. En el día a día las fuerzas que percibimos son

(i) Gravitacionales

(ii) Electromagnéticas

Dado un cuerpo de masa m y carga, en presencia de un campo gravitacional \vec{G} y campos eléctrico y magnético \vec{E} y \vec{B} , este siente

$$\vec{F}_G = m \vec{G}; \quad \vec{F}_{EM} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

las cuales provocan que el cuerpo sufra un mov. acelerado: $\vec{F}_{Total} = m\vec{a}$.

Por otro lado, a la masa la entendemos de dos formas,

$$\vec{F} = m \vec{G}$$

y

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

Mide intensidad gravitacional

Parámetro de inercia

podemos notar que m y m son diferentes. Denotaremos,

(*) m_g - Masa gravitacional

(*) m_i - Masa inercial

... sin embargo, la evidencia experimental muestra que $m_g \equiv m_i$

Einstein fue quien se aventuró en afirmar que \cdot no es casualidad, sino un principio de la naturaleza.

PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA
(débil)

$$m := m_i \equiv m_g$$

... Observador en elevador vacío con pluma de masa m y una bola de boliche de masa M , t.q. $m < M$. Se dejan caer ambos objetos a la misma altura de forma simultánea.

(1) El elevador está en la superficie de la Tierra (SRI) sin desplazarse

(2) El elevador viaja por el espacio acelerándose a $\vec{a} = a\hat{z}$ con $a = 9.8 \frac{m}{s^2}$

Para la persona dentro del elevador (1) y (2) son completamente equivalentes... ¿pero (1) es SRI y (2) no lo es?

¿contradicción?

no, la clave radica en que el observador está en el elevador y no puede ver afuera

Los sistemas en aceleración constante son localmente inerciales

Relatividad General

Note que en (1) la fuerza es real, mientras que en (2) es ficticia...

¿La gravedad es una fuerza?

Spoiler: NO.

Reformulando la Primer ley de Newton... "Un cuerpo libre de fuerzas conservará su estado de movimiento en trayectoria ~~recta~~ a velocidad constante.
↳ Casi recta \sim geodésica

Primer ley de Newton (v.2)

"Un cuerpo libre de fuerzas conservará su estado de movimiento en una geodésica espaciotemporal parametrizada de forma afín."

Físicamente, un campo gravitacional determina cuales trayectorias son posibles geodésicas. Matemáticamente, las geodésicas dependen de la curvatura de la variedad.

Física

Un campo gravitacional
en el espaciotiempo

—

Matemáticas

La curvatura de la variedad