

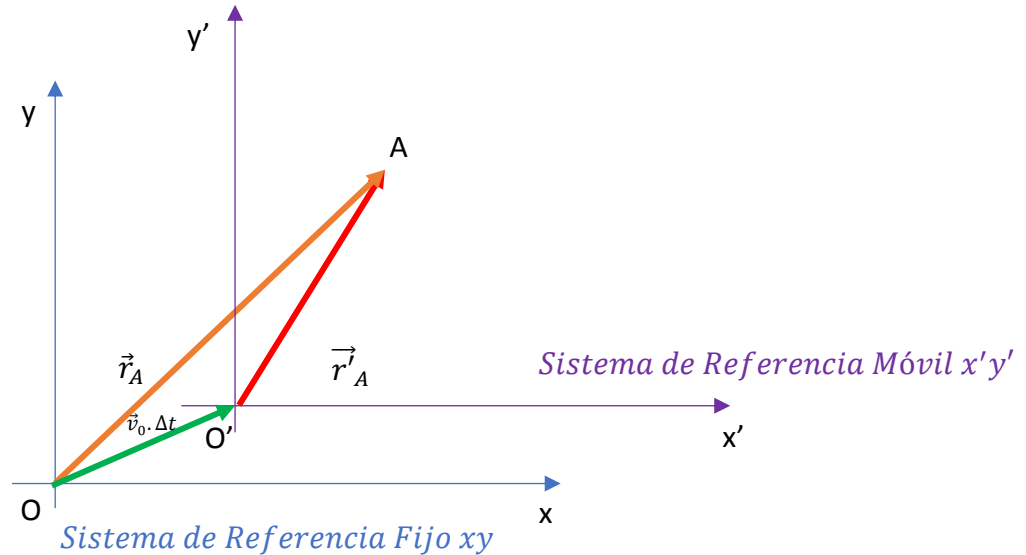
Cinemática

Movimiento Relativo

Si fuéramos en un automóvil que avanza lentamente y otro nos pasara; desde nuestro punto de vista, el otro automóvil va más rápido que nosotros, pero desde el punto de vista de un observador que fuera en el automóvil que nos pasó, nosotros iríamos hacia atrás. En general, si dos observadores miden la velocidad de un cuerpo en movimiento obtienen diferentes resultados si uno de ellos se mueve en relación con el otro.

La velocidad que un observador determinado percibe es la velocidad relativa a él o simplemente **velocidad relativa**.

O sea, el movimiento es relativo al eje de referencia, relativo al sistema de referencia que hayamos elegido.



El sistema de referencia O' se mueve con velocidad constante \vec{v}_0 .

$$\overline{OO'} = \vec{v}_0 \cdot \Delta t$$

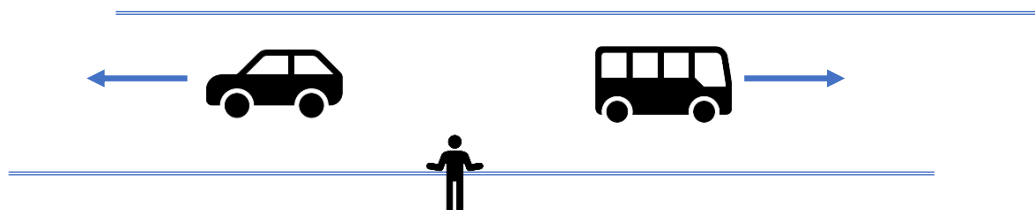
El móvil se encuentra en la posición A y respecto del eje fijo O nos da el vector posición \vec{r} pero respecto al sistema móvil será \vec{r}' .

$$\therefore \vec{r} = \vec{r}' + \vec{v}_0 \cdot \Delta t$$

Ecuación que vincula un sistema fijo con un sistema móvil

A esta ecuación se la llama **transformación de Galileo para la posición**.

Por ejemplo, tenemos un móvil que va hacia la derecha a 20 km/h y otro va a 20 km/h pero hacia la izquierda



Para el observador situado en la vereda, ambos viajan a 20 km/h, él no se está moviendo, pero el conductor del colectivo ve que el automóvil viaja a 40 km/h, pero él no se está moviendo respecto a su móvil.

Veamos otro ejemplo, si estamos en un tren que viaja, el tren para nosotros no se mueve, pero sí lo hace si se lo ve desde el andén, ahí sí lo vemos que viaja a una determinada velocidad.

Lo que para una persona un movimiento es de una forma, para otra puede verse distinto.

\\ Tengamos en cuenta que, para nuestro planteo, el sistema de referencia móvil se moverá con \\ movimiento rectilíneo uniforme, o sea la condición es que el sistema de referencia **no** esté acelerado. \\

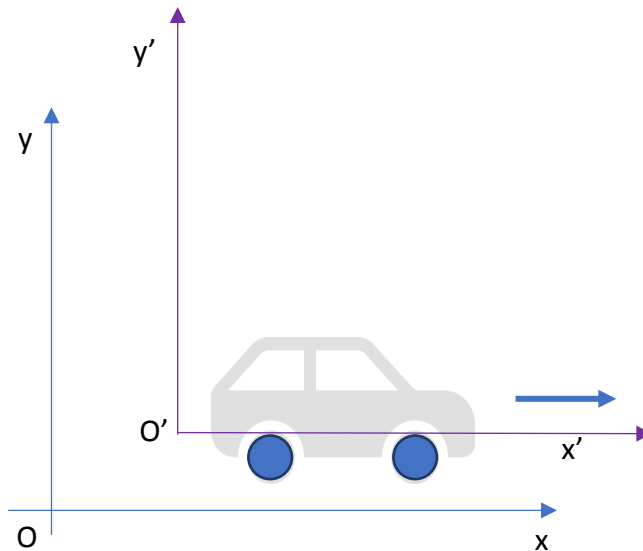
\vec{v}_a es la velocidad de arrastre del sistema de referencia móvil, y como el sistema no está acelerado entonces

$$a = 0 \quad y \quad \vec{v}_a = cte$$

Estos tipos de **marcos de referencia** se denominan **inerciales**. Si un sistema de referencia tiene un movimiento acelerado respecto del otro tendremos **marcos de referencias no inerciales**.

Las ecuaciones que vinculan los ejes de referencias o marcos referenciales, nos permiten pasar de un sistema a otro, para ello éstos deben ser equivalentes.

1. **Sistemas inerciales:** implica que cumplen la Ley de Inercia. Más adelante, cuando encaremos las causas del movimiento, en Dinámica, ampliaremos sobre este punto.



2. Podemos considerar que un eje se mueve y el otro está quieto, por ejemplo, la Tierra; o al revés: considerar que el primer eje está fijo y la Tierra en movimiento. En el universo no hay nada en reposo absoluto.

Todos los sistemas de referencias inerciales son equivalentes entre sí.

En general, vamos a considerar que los ejes de referencia en la Tierra están en reposo. Volvamos a la ecuación que vincula los sistemas de referencia, la transformada de Galileo de la Posición:

$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{v}_0 \cdot \Delta t$$

\vec{r} : posición respecto del sistema de referencia fijo

\vec{r}' : posición respecto del sistema de referencia móvil

$\vec{v}_0 \cdot \Delta t$: posición de un sistema respecto del otro

Si consideramos la variación de posición (desplazamiento) en un cierto tiempo Δt :

$$\vec{\Delta r} = \vec{\Delta r'} + \vec{v}_0 \cdot \Delta t$$

Si dividimos ambos lados de la ecuación por Δt obtendremos:

$$\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}'}{\Delta t} + \frac{\vec{v}_0 \cdot \Delta t}{\Delta t} \text{ y aplicando límite cuando } \Delta t \rightarrow 0 \text{ nos queda}$$

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_a$$

Transformada de Galileo para la Velocidad

\vec{v} : Velocidad respecto del sistema fijo es la **Velocidad Absoluta**

\vec{v}' : Velocidad respecto del sistema móvil es la **Velocidad Relativa**

\vec{v}_a : Velocidad de un sistema de referencia respecto del otro es la **Velocidad de Arrastre**

Por lo que la transformación de Galileo para velocidades puede escribirse como:

$$V_{\text{absoluta}} = V_{\text{relativa}} + V_{\text{arrastre}}$$

Ahora bien, si trabajamos sobre la transformada de Galileo para la velocidad.

$\Delta \vec{v} = \Delta \vec{v}' + \Delta \vec{v}_a$ y la dividimos por Δt obtendremos:

$$\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}'}{\Delta t} + \frac{\Delta \vec{v}_a}{\Delta t}$$

Pero, como \vec{v}_a es constante, su variación es cero. Entonces:

$$\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}'}{\Delta t}$$

y aplicando límite cuando $\Delta t \rightarrow 0$ nos queda

$$\vec{a} = \vec{a}'$$

La aceleración del móvil es independiente del sistema de referencia que se utilice, mientras sea un sistema de referencia inercial.

La velocidad respecto de un sistema fijo \vec{v} es igual a la suma vectorial de la velocidad de arrastre \vec{v}_a (velocidad del sistema de referencia móvil), más la velocidad relativa respecto al sistema de referencia móvil.

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_a$$

El móvil puede tener aceleración, pero el sistema de referencia móvil, lo hace a velocidad constante, no tiene aceleración.

$$\vec{a} = \vec{a}' \quad \text{Transformada de Galileo para la aceleración}$$

Para aquéllos que estén familiarizados con el concepto de derivada, la deducción de estas ecuaciones puede resultar más simple.

Partiendo de la **transformación de Galileo para la posición**:

$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{v}_0 \cdot t$$

Y derivando respecto del tiempo:

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}'}{dt} + \frac{\vec{v}_0 \cdot dt}{dt}$$

Llegamos a:

$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_a$ <p>Transformada de Galileo para la Velocidad</p>

Y volviendo a derivar respecto del tiempo:

$$\vec{a} = \vec{a}' \quad \text{Transformada de Galileo para la aceleración}$$

Ya que la derivada respecto del tiempo de \vec{v}_a es cero, por ser ésta una constante.

Nota: en los ejercicios de la guía de cinemática las velocidades están siempre referidas al sistema de referencia fijo a menos que se indique especialmente que tipo de velocidad es, si relativa o de arrastre.