

=1

Notas de física 1

Claudia Giribet

Departamento de Física,

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,

Universidad de Buenos Aires.

E-mail: first@one.univ

Índice general

1	Cinemática	1
1.1	Sistema de referencia y sistema de coordenadas	2
1.2	Grados de libertad y vínculos	4
1.3	Movimiento unidimensional rectilíneo	4

Capítulo 1

Cinemática

La cinemática es la rama de la mecánica que estudia los movimientos sin tener en cuenta las causas que los producen. Desde su punto de vista es netamente descriptivo.

Comencemos por definir lo que es movimiento. Se dice que un objeto está en movimiento cuando cambia su posición en el tiempo. De igual forma, si su posición no cambia con el tiempo, se dice que está en reposo. Vamos a ver que tanto el concepto de movimiento como el de reposo son conceptos absolutos.

Por ejemplo, supongamos que en una estación hay un tren esperando a arrancar. Un pasajero se encuentra asomado a la ventanilla, despidiéndose de alguien en el andén. En ese momento, el hombre en el andén observa que el pasajero del tren está en reposo (i.e. no se mueve) respecto de él. Otro pasajero, que se encuentra sentado junto al primero, también observa que este se encuentra en reposo respecto de él. Es decir, la descripción del estado de movimiento del primer pasajero es la misma tanto para el hombre del andén, como para el segundo pasajero. Ahora el tren se pone en marcha. El hombre del andén observa que su amigo en el tren se aleja de él (i.e. cambia su posición en el tiempo respecto de él); y, por lo tanto, razona que su amigo está en movimiento y él está en reposo. Sin embargo, para el segundo pasajero, el estado de movimiento del primer pasajero no ha variado y si varía el del hombre del andén. Entonces el hombre en el andén se está moviendo respecto de ambos pasajeros. ¿Quién tiene razón? Tanto el peatón como el segundo pasajero, lo único que ha cambiado es el punto de vista del observador. La moraleja es que para referir a un sistema en movimiento hace falta un observador o sistema de referencia. El peatón define al andén como su sistema de referencia, el andén está en reposo respecto de él, por lo tanto, cualquier objeto que cambie su posición respecto del andén estará en movimiento respecto de este. El segundo pasajero define como su sistema de referencia al tren y, por lo tanto, el peatón está en movimiento respecto de él. Ninguno de los dos sistemas es absoluto, puede decirse que uno está en reposo y el otro en movimiento pero solo hablando en forma relativa (i.e. en reposo o en

movimiento respecto de él). Aunque pareciera natural elegir el andén como sistema en reposo, observen que este se encuentra moviéndose con la Tierra respecto del Sol, que el Sol se encuentra moviéndose respecto de las estrellas y así se podría seguir.

Consecuencia Cuando se habla de un sistema en movimiento, siempre hay que referirlo a algún sistema de referencia.

1.1 Sistema de referencia y sistema de coordenadas

Vamos a analizar como se especifica la posición de un objeto. Si el objeto es extenso (por ejemplo, el triángulo de la Fig. 1.1) el observador O puede elegir

- Un punto del objeto, y ver a que distancia, dirección y sentido se haya respecto de él. Si elige el punto A , lo anterior se puede representar con el vector que va desde O hasta A . La variación de la posición de A nos va a estar mostrando como se traslada todo el cuerpo pues A se traslada y todo el cuerpo lo acompaña. En este caso, estamos ante un movimiento de traslación.
- Si el objeto esta girando, lo anterior no basta y hay que dar la orientación del objeto, por ejemplo, como varia la posición de B respecto de A . En este caso, estamos ante un movimiento de rotación.

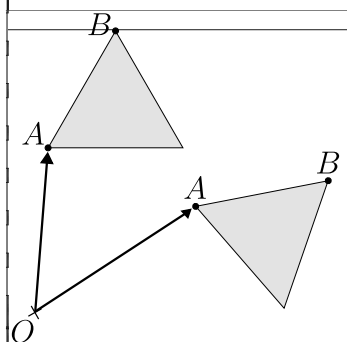


Figura 1.1

Si el objeto se puede considerar puntual, no tiene sentido hablar de su orientación, o sea no se puede hablar de rotación, entonces, el movimiento más general de un objeto puntual es una traslación. Igualmente, si se trata de un objeto extenso trasladándose solo basta conocer el movimiento de un punto para conocer el de todos, lo podemos considerar puntual. Un ejemplo de esto último es un tren circulando por una vía.

Objeto puntual Es aquel cuyas dimensiones son despreciables frente a las distancias típicas del problema. Por ejemplo, un avión en vuelo para un observador en tierra.

De acuerdo a (a), la posición se conoce si se conoce el segmento orientado desde el punto de referencia O al punto A , al cual llamaremos vector posición de A . Como el movimiento se realiza en el espacio, conviene plantear un sistema de coordenadas para poder describir este vector posición.

Notar que sistema de referencia no es igual a sistema de coordenadas.

Sistema de referencia Sistema al cual se refiere el movimiento.

Sistema de coordenadas Se adosa al sistema de referencia para describir el movimiento.

Ejemplo 1.1: Por ejemplo, en la Fig. 1.2 tenemos que \vec{r}_A da la posición de A desde el sistema de referencia O y \vec{r}'_A da la posición de A desde el sistema de referencia O' . Entonces estamos cambiando de sistema de referencia.

En la Fig. 1.3 tenemos el sistema de referencia O el cual tiene dos sistemas de coordenadas adosados a él, (x, y, z) y (x', y', z') . El vector \vec{r}_A es el mismo pero cambia su descripción. Para el primer sistema de coordenadas tenemos que $\vec{r}_A(t) = (x_A(t), y_A(t), z_A(t))$ mientras que para el segundo sistema de coordenadas es $\vec{r}_A(t) = (x'_A(t), y'_A(t), z'_A(t))$.

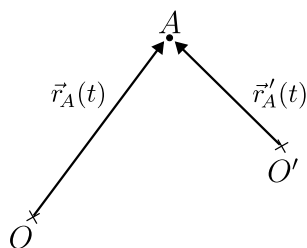


Figura 1.2

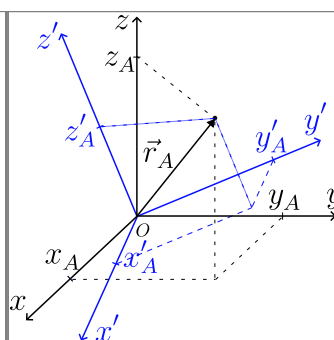


Figura 1.3

Supongamos un sistema A (Fig. 1.4) en movimiento respecto del observador O . El vector posición sigue a A en su movimiento. Su extremo describe la curva que A describe en el espacio. Esa curva se denomina *trayectoria* y caracteriza al movimiento.

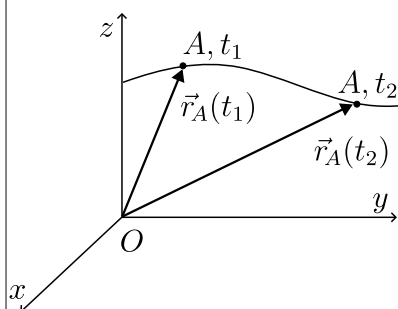


Figura 1.4

Para estudiar el movimiento de traslación nos interesa conocer:

La trayectoria (curva que describe en el espacio).

Magnitudes físicas que lo describen.

Relaciones entre las magnitudes.

1.2 Grados de libertad y vínculos

La trayectoria siempre es una curva en el espacio, sin embargo, se observa que no es exactamente lo mismo describir el movimiento de:

1. Una mosca moviéndose libremente en la habitación.
2. Una mosca moviéndose sobre una mesa.
3. Una mosca moviéndose sobre un hilo tenso.

En (1) se necesitan tres ejes coordenados para describir el movimiento, mientras que en (2) bastan solo dos y en (3) solo uno.

Se dice que un sistema tiene n grados de libertad si se requieren n parámetros independientes para fijar su posición. Cada grado de libertad corresponde a una posibilidad de movimiento. En el caso de la traslación el movimiento puede tener hasta 3 grados de libertad. ¿Cuándo se tienen menos? Cuando hay condiciones materiales que limitan el movimiento (vínculos). Ejemplo: una hormiga se mueve sobre la superficie de una piedra. Esa superficie está caracterizada por $z = f(x, y)$. Entonces tengo 2 parámetros independientes (x e y), o sea, 2 grados de libertad.

1.3 Movimiento unidimensional rectilíneo

En el espacio, basta con trabajar con un eje cartesiano. Si la trayectoria es una recta (Fig. 1.5), entonces hacemos coincidir el eje de coordenadas con la trayectoria. Con este sistema de coordenadas nuestro vector posición es $\vec{r}(t) = x(t)\hat{x}$.

Podemos representar (Fig. 1.6) cómo varía $x(t)$. Esta va a ser nuestra curva paramétrica u horaria de la trayectoria.

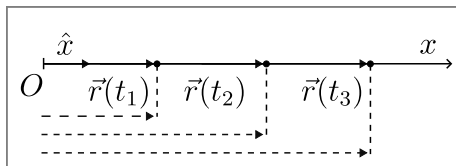


Figura 1.5

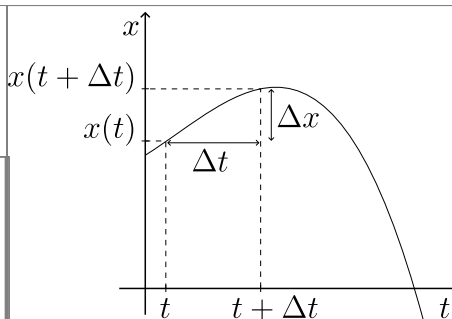


Figura 1.6

Supongamos que se quiere conocer la rapidez con que cambia la posición con t . Al tiempo t , el móvil se encuentra en $x(t)$. Un Δt después, al tiempo $t + \Delta t$, se encuentra en $x(t + \Delta t)$. Defino que, en ese Δt , la *rapidez media* fue

$$\langle \vec{v}_x \rangle = \frac{\Delta x}{\Delta t} \hat{x} = \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} \hat{x}$$

A esa *rapidez media* se la llama *velocidad media*.

Si queremos saber la rapidez con que cambia instante a instante, afinamos la medición tomando un Δt cada vez más chico.

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} \hat{x} = \frac{dx(t)}{dt} \hat{x} \equiv \vec{v}(t) \hat{x} = v_x(t) \hat{x}$$

$v_x(t)$ se llama la *velocidad instantánea* (o *velocidad a secas*) en la dirección x . Observemos que su valor es igual a la pendiente de la recta tangente a la curva horaria en cada punto.

Veamos sus características:

La velocidad es un vector. En general vamos a ver que

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$

En nuestro caso (movimiento unidimensional)

$$\vec{v}(t) = \frac{dx(t)}{dt} \hat{x}$$

donde \hat{x} marca la dirección del movimiento, dt es la rapidez con que cambia la coordenada y dx es el sentido del movimiento.

La velocidad es tangente a la trayectoria punto a punto. Queda claro que es tangente a la curva horaria. También podemos ver que es tangente a la trayectoria (Fig.)

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Entonces \vec{v} es paralelo a $\Delta \vec{r}$ y $\Delta \vec{r}$ es tangente a la curva cuando $\Delta t \rightarrow 0$.

Ejemplo 1.2: Supongamos que $x(t)$ varía según la Fig. 1.8

De la curva vemos que (observando el valor de la pendiente en cada punto)

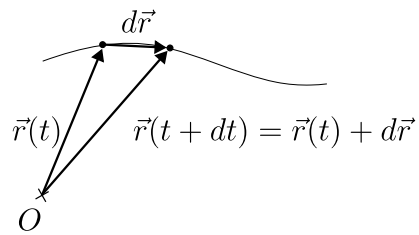


Figura 1.7

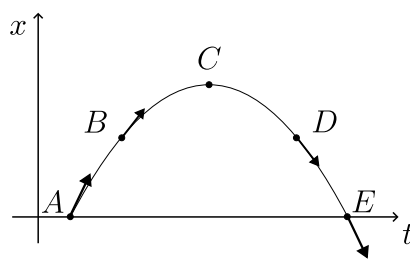


Figura 1.8

$$\begin{aligned} v_A, v_B > 0, \quad v_A > v_B \\ v_C &= 0 \\ v_D, v_E < 0, \quad \|v_E\| > \|v_D\| \end{aligned}$$

De la misma manera podemos definir la rapidez media e instantánea con que cambia la velocidad. Esa rapidez se denomina *aceleración*. Siguiendo el mismo proceso que antes resulta que

$$\begin{aligned} \|\vec{a}(t)\| &= \left\| \frac{d\vec{v}}{dt} \right\| = \left\| \frac{d^2\vec{r}(t)}{dt^2} \right\| \\ \vec{a}(t) &= \dot{\vec{v}}(t) = \ddot{\vec{r}}(t) \end{aligned}$$

En nuestro caso (movimiento unidimensional)

$$\vec{a}_x(t) = \dot{v}_x \hat{x} = \ddot{x} \hat{x}$$

Ejemplo 1.3: Supongamos que $x(t)$ varia según la Fig.. Por analogía con lo anterior podemos ver que la aceleración es tangente a la curva $v(t)$ en cada punto.

Bibliografía

[1] Author, *Title*, *J. Abbrev.* **vol** (year) pg.

[2] Author, *Title*, arxiv:1234.5678.

[3] Author, *Title*, Publisher (year).