

Unidad II: Dinámica de la partícula

2.1 Cinemática

2.1.1 Definiciones

Galileo es considerado como uno de los fundadores de lo que hoy llamamos el “método científico” y de la Física. Utilizando rudimentarios experimentos, logró avanzar sobre la física aristotélica y cambiar conceptos que estaban firmemente arraigados desde hacía casi 2000 años.

- Estudia las oscilaciones del péndulo, inventando en el proceso una escala de tiempo con su “pulsímetro”.
- La caída de los cuerpos
- El movimiento de los proyectiles.
- Desarrolla una primera concepción de la ley de inercia atribuida erróneamente a Isaac Newton.

Entonces haremos justicia al decir, que en este apartado solo seguiremos sus pasos, su legado.

2.1.2 Movimiento rectilíneo uniforme

Decimos que la cinemática está dedicada al estudio del movimiento de los cuerpos en el espacio, sin atender a las causas que lo producen. Pero, ¿Cuándo un objeto esta en movimiento? Esta pregunta es seguramente una de tantas que para muchos no es necesario en reparar. Sin embargo es la base fundamental de nuestros futuros estudios y por ello debemos dedicarle un espacio.

¿Un objeto puede estar en movimiento y en reposo a la vez? La respuesta es, aunque curiosa, ¡Sí! Para hablar de movimiento primero es necesario decir quién es el que observa. Para una persona en un tren el movimiento de su portafolio será nulo, pero para alguien en tierra éste y todo lo que esté en el tren se están moviendo.

Es así que la respuesta a la pregunta es otra pregunta ¿Desde dónde se observa? ¿Cómo se está midiendo? Si partimos de la base que un objeto se mueve si modifica su posición con respecto a algo, este algo lo consideramos fijo en el espacio, y será nuestro centro de referencia. , desde allí mediremos.

Ahora imagine lo siguiente; Supongamos que usted es el centro de referencia, y ve girando a su alrededor un grupo de personas. Usted sabe que se mueven ¡sin embargo no modifican la distancia entre ellos y usted! Queda claro, que se requiere más que un punto fijo para poder medir, se necesita un sistema de coordenadas. Solo de esta forma podríamos concluir si un cuerpo está o no en movimiento.

2.1.3 Velocidad

Si un objeto se desplaza en un tiempo Δt el tramo $\Delta \mathbf{r}$, se llamará al cociente $\Delta \mathbf{r} / \Delta t$ su velocidad media \mathbf{v}_m en el intervalo de tiempo Δt .

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Definición de velocidad media.

Si el intervalo de tiempo Δt es pequeño acercándose a cero, trayecto $\Delta \mathbf{r}$ decrecerá llevando al cociente $\Delta \mathbf{r} / \Delta t$ al límite. Dándonos como resultado la velocidad instantánea en un punto de la trayectoria.

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

Definición de velocidad instantánea.

Y si durante esa trayectoria la velocidad cambia, se define la aceleración media como el cociente entre $\Delta \mathbf{v}$ y Δt .

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Definición de aceleración media.

Del mismo modo que se procedió con la velocidad media, la aceleración instantánea se hallará:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Definición de aceleración instantánea.

Hasta aquí los conceptos vistos son absolutamente generales, abstracciones matemáticas que deben ser interpretadas. Esto se hará en movimientos básicos como lo son el rectilíneo el parabólico y el circular.

2.1.4 Aceleración

En física, la aceleración es una magnitud vectorial que nos indica el cambio de velocidad por unidad de tiempo. En el contexto de la mecánica vectorial newtoniana se representa normalmente por \vec{a} o \mathbf{a} y su módulo por a . Sus dimensiones son $[L \cdot T^{-2}]$. Su unidad en el Sistema Internacional es el m/s^2 .

En la mecánica newtoniana, para un cuerpo con masa constante, la aceleración del cuerpo es proporcional a la fuerza que actúa sobre él mismo (segunda ley de Newton):

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{m}$$

donde F es la fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo, m es la masa del cuerpo, y a es la aceleración. La relación anterior es válida en cualquier sistema de referencia inercial.

2.2 Cinética

Para estudiar los fenómenos del universo, es necesario comenzar por comprender conceptos básicos como; posición, desplazamiento, velocidad y aceleración. Estos fueron analizados por muchos, pero no fue hasta Galileo, (el primer científico moderno, Físico, Matemático y Astrónomo), que maduraron hasta formar una estructura sólida, con cimientos en la matemática.

2.2.1 Segunda Ley de Newton

La Segunda ley de Newton se encarga de cuantificar el concepto de fuerza. Nos dice que la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo. La constante de proporcionalidad es la masa del cuerpo, de manera que podemos expresar la relación de la siguiente manera:

$$F = m a$$

Tanto la fuerza como la aceleración son magnitudes vectoriales, es decir, tienen, además de un valor, una dirección y un sentido. De esta manera, la Segunda ley de Newton debe expresarse como:

$$F = m a$$

La unidad de fuerza en el Sistema Internacional es el Newton y se representa por N. Un Newton es la fuerza que hay que ejercer sobre un cuerpo de un kilogramo de masa para que adquiera una aceleración de 1 m/s^2 , o sea,

$$1 \text{ N} = 1 \text{ Kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

La expresión de la Segunda ley de Newton que hemos dado es válida para cuerpos cuya masa sea constante. Si la masa varía, como por ejemplo un cohete que va quemando combustible, no es válida la relación $F = m \cdot a$. Vamos a generalizar la Segunda ley de Newton para que incluya el caso de sistemas en los que pueda variar la masa.

Para ello primero vamos a definir una magnitud física nueva. Esta magnitud física es la cantidad de movimiento que se representa por la letra p y que se define como el producto de la masa de un cuerpo por su velocidad, es decir:

$$p = m \cdot v$$

La cantidad de movimiento también se conoce como momento lineal. Es una magnitud vectorial y, en el Sistema Internacional se mide en $\text{Kg} \cdot \text{m/s}$. En términos de esta nueva magnitud física, la Segunda ley de Newton se expresa de la siguiente manera:

La Fuerza que actúa sobre un cuerpo es igual a la variación temporal de la cantidad de movimiento de dicho cuerpo, es decir,

$$F = dp/dt$$

De esta forma incluimos también el caso de cuerpos cuya masa no sea constante. Para el caso de que la masa sea constante, recordando la definición de cantidad de movimiento y que como se deriva un producto tenemos:

$$F = d(m \cdot v)/dt = m \cdot dv/dt + dm/dt \cdot v$$

Como la masa es constante

$$dm/dt = 0$$

y recordando la definición de aceleración, nos queda

$$F = m a$$

tal y como habíamos visto anteriormente.

Otra consecuencia de expresar la Segunda ley de Newton usando la cantidad de movimiento es lo que se conoce como Principio de conservación de la cantidad de movimiento. Si la fuerza total que actúa sobre un cuerpo es cero, la Segunda ley de Newton nos dice que:

$$0 = dp/dt$$

es decir, que la derivada de la cantidad de movimiento con respecto al tiempo es cero. Esto significa que la cantidad de movimiento debe ser constante en el tiempo (la derivada de una constante es cero). Esto es el Principio de conservación de la cantidad de movimiento: si la fuerza total que actúa sobre un cuerpo es nula, la cantidad de movimiento del cuerpo permanece constante en el tiempo.

2.2.2 Fricción

Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción, a la fuerza entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del deslizamiento (fuerza de fricción estática). Se genera debido a las imperfecciones, mayormente microscópicas, entre las superficies en contacto. Estas imperfecciones hacen que la fuerza perpendicular R entre ambas superficies no lo sea perfectamente, si no que forme un ángulo ϕ con la normal N (el ángulo de

rozamiento). Por tanto, la fuerza resultante se compone de la fuerza normal N (perpendicular a las superficies en contacto) y de la fuerza de rozamiento F , paralela a las superficies en contacto.