

La dinámica, sus leyes y problemas de resolución

Dinámica

La dinámica es la rama de la física que describe la evolución en el tiempo de un sistema físico en relación con las causas que provocan los cambios de estado físico y/o estado de movimiento. El objetivo de la dinámica es describir los factores capaces de producir alteraciones de un sistema físico, cuantificarlos y plantear ecuaciones de movimiento o ecuaciones de evolución para dicho sistema de operación. El estudio de la dinámica es prominente en los sistemas mecánicos (clásicos, relativistas o cuánticos), pero también en la termodinámica y electrodinámica. En este artículo se describen los aspectos principales de la dinámica en sistemas mecánicos, y se reserva para otros artículos el estudio de la dinámica en sistemas no mecánicos.

En otros ámbitos científicos, como la economía o la biología, también es común hablar de dinámica en un sentido similar al de la física, para referirse a las características de la evolución a lo largo del tiempo del estado de un determinado sistema.

Leyes de la dinámica

Las tres leyes fundamentales de la dinámica, que explicaban las pautas fundamentales del comportamiento de los cuerpos:

- La primera ley, **o ley de la inercia, viene a decir que si dejamos las cosas tranquilas, no habrá ningún cambio en como se mueven**, es decir, si están quietas, no empezarán a moverse, y si se mueven en línea recta a una velocidad determinada seguirán igual, sin cambio en la velocidad. Recordad que la velocidad es lo que se llama vector, es decir, que si cambia la dirección en la que se mueve la cosa, aunque recorra las mismas distancias en el mismo tiempo, es un cambio de velocidad. No dejar las cosas tranquilas es aplicarles fuerzas. Dicha más formalmente "ante ausencia de fuerzas resultantes externas, un cuerpo continúa con su estado de movimiento". Es importante el detalle de las fuerzas resultantes. Se le puede aplicar una fuerza a un cuerpo sin que cambie su estado de movimiento, si hay otra fuerza que contrarreste esa. La fuerza resultante es cero, pues es la suma de las fuerzas. Por ejemplo, pensemos en el juego ese en el que se hacen dos equipos que tiran de una cuerda para conseguir que el equipo contrario cruce una línea o, en las versiones más divertidas, tirarlo al barro. Obviamente los dos equipos ejercen fuerza, pues tiran de la cuerda, pero si ejercen ambos la misma, al tirar cada equipo en sentido contrario, se contrarrestan, y nadie se mueve.
- La segunda, **o ley de la fuerza** explica cómo varían las propiedades del cuerpo al aplicarle fuerzas. Visto de otro modo, puede decirse que es la definición de fuerza. Existe una magnitud física que se llama momento, que es el producto de la masa del

cuerpo por su velocidad. La variación en el tiempo del momento es la fuerza. Si suponemos que la masa no varía (lo normal para nosotros), esta variación respecto al tiempo es únicamente de la velocidad, y la variación de la velocidad respecto al tiempo es la aceleración. Es por ello que en lugar de "la fuerza es la variación del momento respecto al tiempo", se dice que **la fuerza es el producto de la masa por la aceleración**.

- La tercera y última, **o ley de acción y reacción** es muy fácil de entender. es la culpable de que cuanto más fuerte te des con algo, más duela. **Al aplicar una fuerza a un cuerpo, el cuerpo aplica también una fuerza de igual magnitud en nosotros**. Por ejemplo: al apoyarnos en el suelo, nosotros aplicamos una fuerza, nuestro a peso, a este que a su vez aplica una fuerza igual de intensa pero sentido opuesto (recordemos que la fuerza es un vector) en nosotros. Si esa fuerza (que se suele llamar normal) no existiera, o no fuera igual de intensa que nuestro peso, saldríamos volando o nos hundiríamos en el suelo. Estas leyes son las fundamentales de la dinámica, que aplican fundamentalmente sobre el movimiento rectilíneo uniforme. Sin embargo, también existe una **dinámica del movimiento circular**, que sucede cuando se puede mantener la fuerza que se aplica sobre un cuerpo constantemente en módulo, **perpendicular** a la dirección del movimiento. Esto se produce, por ejemplo, en el caso de la fuerza de **atracción constante del Sol** sobre un planeta, lo que evita que este ejerza un movimiento rectilíneo en vez de la órbita.

Equilibrio

El estudio del equilibrio de los cuerpos bajo la acción de un sistema de fuerzas es el objeto de la estática, que es una parte de la física de decisiva importancia en aspectos tales como la determinación de la estabilidad de una construcción metálica, el diseño de un puente colgante o el cálculo de cualquier estructura de una obra civil.

El equilibrio de los cuerpos se caracteriza por la ausencia de cambios en su movimiento. El reposo es un tipo particular de equilibrio cuya importancia se hace manifiesta, como condición de estabilidad, en un edificio, en un puente o en una torre. Sin embargo, el equilibrio de un sólido no se reduce solamente a la ausencia de movimiento. Un cuerpo se puede estar moviendo en línea recta con velocidad constante o girando uniformemente alrededor de un eje y, sin embargo, hallarse en equilibrio. Es entonces la *ausencia de aceleración* y no la ausencia de velocidad lo que define en física la noción de *equilibrio*.

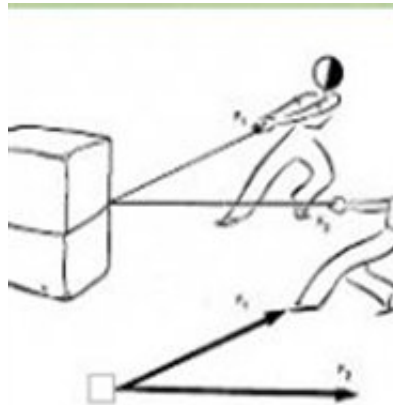
Del estudio de las condiciones generales de equilibrio de los cuerpos y de su aplicación en situaciones diversas se ocupa la *estática*, que puede ser considerada, por tanto como la ciencia del equilibrio.

Ley del equilibrio

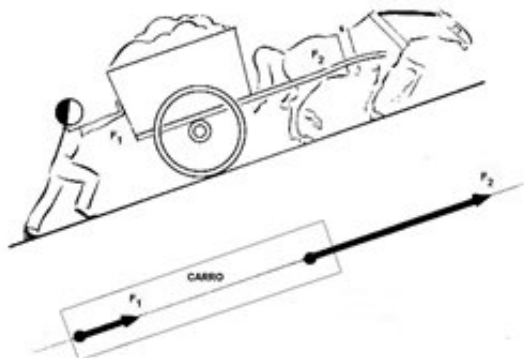
Las condiciones de equilibrio son las leyes que rigen la estática. La estática es la ciencia que estudia las fuerzas que se aplican a un cuerpo para describir un sistema en equilibrio. Diremos que un sistema está en equilibrio cuando los cuerpos que lo forman están en reposo, es decir, sin movimiento.

Las fuerzas que se aplican sobre un cuerpo pueden ser de tres formas:

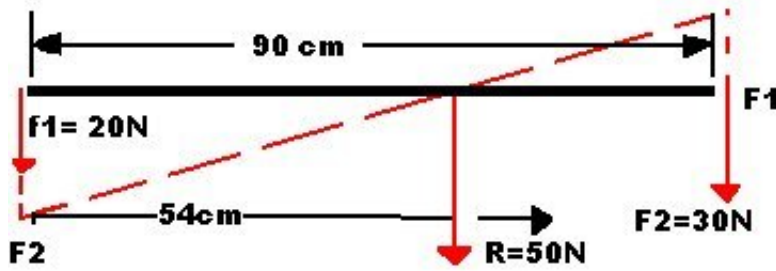
-Fuerzas angulares: Dos fuerzas se dice que son angulares, cuando actúan sobre un mismo punto formando un ángulo.



-Fuerzas colineales: Dos fuerzas son colineales cuando la recta de acción es la misma, aunque las fuerzas pueden estar en la misma dirección o en direcciones opuestas.



-Fuerzas paralelas: Dos fuerzas son paralelas cuando sus direcciones son paralelas, es decir, las rectas de acción son paralelas, pudiendo también aplicarse en la misma dirección o en sentido contrario.



A nuestro alrededor podemos encontrar numerosos cuerpos que se encuentran en equilibrio.

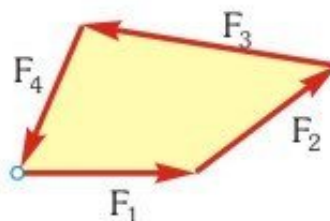
La explicación física para que esto ocurra se debe a las condiciones de equilibrio:

-Primera condición de equilibrio: Diremos que un cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación cuando la fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es nula: $\sum F = 0$.

Desde el punto de vista matemático, en el caso de fuerzas coplanarias, se tiene que cumplir que la suma aritmética de las fuerzas o de sus componentes que están en la dirección positiva del eje X sea igual a las componentes de las que están en la dirección negativa. De forma análoga, la suma aritmética de las componentes que están en la dirección positiva del eje Y tiene que ser igual a las componentes que se encuentran en la dirección negativa:

$$\sum F_{x^+} = \sum F_{x^-} \qquad \sum F_{y^+} = \sum F_{y^-}$$

Por otro lado, desde el punto de vista geométrico, se tiene que cumplir que las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en equilibrio tienen un gráfico con forma de polígono cerrado; ya que en el gráfico de las fuerzas, el origen de cada fuerza se representa a partir del extremo de la fuerza anterior, tal y como podemos observar en la siguiente imagen.



El hecho de que su gráfico corresponda a un polígono cerrado verifica que la fuerza resultante sea nula, ya que el origen de la primera fuerza (F1) coincide con el extremo de la última (F4).

-Segunda condición de equilibrio: Por otro lado, diremos que un cuerpo está en equilibrio de rotación cuando la suma de todas las fuerzas que se ejercen en él respecto a cualquier punto

es nula. O dicho de otro modo, cuando la suma de los momentos de torsión es cero.

$$\sum M_o^F \text{ (+)} = \sum M_o^F \text{ (-)}$$

En este caso, desde el punto de vista matemático, y en el caso anterior en el que las fuerzas son coplanarias; se tiene que cumplir que la suma de los momentos o fuerzas asociados a las rotaciones antihorarias (en el sentido contrario de las agujas del reloj), tiene que ser igual a la suma aritmética de los momentos o fuerzas que están asociados a las rotaciones horarias (en el sentido de las agujas del reloj):

Un cuerpo se encuentra en equilibrio traslacional y rotacional cuando se verifiquen de forma simultánea las dos condiciones de equilibrio. Estas condiciones de equilibrio se convierten, gracias al álgebra vectorial, en un sistema de ecuaciones cuya solución será la solución de la condición del equilibrio.

El cuerpo libre

En física, se denomina **caída libre** al movimiento de un cuerpo bajo la acción exclusiva de un campo gravitatorio. Esta definición formal excluye a todas las caídas *reales* influenciadas en mayor o menor medida por la resistencia aerodinámica del aire, así como a cualquier otra que tenga lugar en el seno de un fluido; sin embargo, es frecuente también referirse coloquialmente a éstas como caídas libres, aunque los efectos de la viscosidad del medio no sean por lo general despreciables.

Se conoce como caída libre cuando desde cierta altura un cuerpo se deja caer para permitir que la fuerza de gravedad actúe sobre el, siendo su velocidad inicial cero.

En este movimiento el desplazamiento es en una sola dirección que corresponde al eje vertical (eje "Y"). Es un movimiento uniformemente acelerado y la aceleración que actúa sobre los cuerpos es la de gravedad representada por la letra g , como la aceleración de la gravedad aumenta la velocidad del cuerpo, la aceleración se toma positiva.

En el vacío, todos los cuerpos tienden a caer con igual velocidad. Un objeto al caer libremente está bajo la influencia única de la gravedad. Se conoce como aceleración de la gravedad. Y se define como la variación de velocidad que experimentan los cuerpos en su caída libre. El valor de la aceleración que experimenta cualquier masa sometida a una fuerza constante depende de la intensidad de esa fuerza y ésta, en el caso de la caída de los cuerpos, no es más que la atracción de la Tierra. Todos los cuerpos con este tipo de movimiento tienen una aceleración dirigida hacia abajo cuyo valor depende del lugar en el que se encuentren. Los cuerpos dejados en caída libre aumentan su velocidad (hacia abajo) en 9,8 m/s cada segundo. La aceleración de gravedad es la misma para todos los objetos y es independiente de las masas de éstos.

En la caída libre no se tiene en cuenta la resistencia del aire. Si se desprecia la resistencia del aire y se supone que aceleración en caída libre no varía con la altitud, entonces el movimiento vertical de un objeto que cae libremente es equivalente al movimiento con aceleración constante.

Un diagrama de cuerpo libre es una representación gráfica utilizada a menudo por físicos e ingenieros para analizar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo libre. El diagrama facilita la identificación de las fuerzas y momentos que deben tenerse en cuenta para la resolución del problema. También se emplean para el análisis de las fuerzas internas que actúan en estructuras.

El movimiento de los cuerpos en caída libre (por la acción de su propio peso) es una forma de **rectilíneo uniformemente acelerado**. La distancia recorrida (**d**) se mide sobre la vertical y corresponde, por tanto, a una altura que se representa por la letra **h**.

En el vacío el movimiento de caída es de aceleración constante, siendo dicha aceleración la misma para todos los cuerpos, independientemente de cuales sean su forma y su peso. La presencia de aire frena ese movimiento de caída y la aceleración pasa a depender entonces de la forma del cuerpo. No obstante, para cuerpos aproximadamente esféricos, la influencia del medio sobre el movimiento puede despreciarse y tratarse, en una primera aproximación, como si fuera de **caída libre**.

La **aceleración** en los movimientos de caída libre, conocida como **aceleración de la gravedad**, se representa por la letra **g** y toma un valor aproximado de **9,81 m/s²** (**algunos usan solo el valor 9,8 o redondean en 10**).

Si el movimiento considerado es de descenso o de caída, el valor de **g** resulta positivo como corresponde a una auténtica aceleración. Si, por el contrario, es de ascenso en vertical el valor de **g** se considera negativo, pues se trata, en tal caso, de un **movimiento decelerado**.

Para resolver problemas con movimiento de caída libre utilizamos las siguientes fórmulas:

Resolución de problemas de cuerpo libre

Se deja caer una pelota desde la parte alta de un edificio, si tarda 3s en llegar al piso ¿Cuál es la altura del edificio? ¿Con qué velocidad se impacta contra el piso?

Datos:

$h = ?$

$t = 3 \text{ seg}$

$$V_f = ?$$

$$V_o = 0 \text{ m/s}$$

$$g = -9.81 \text{ m/s}^2$$



Ejemplo 2

Se deja caer una pelota desde una altura de 20 m. ¿Cuánto tardará en llegar al suelo? ¿Con qué velocidad llega?

Datos:

$$h = 20\text{m}$$

$$t = ?$$

$$V_f = ?$$

$$V_o = 0 \text{ m/s}$$



¿Qué Velocidad adquiere un cuerpo al momento de llegar al suelo cuando se ha dejado caer libremente desde una altura de 35 mts. y cuánto tiempo tarda en su caída?

1. Detallamos los datos proporcionados y los que encontraremos:

$$h = 35 \text{ mts.}$$

$$g = 9.8 \text{ mts/seg}^2$$

$$V_o = 0$$

$$V_f = ?$$

$$t = ?$$

Antes de comenzar, nos preguntaremos por qué la V_o es cero, debido a que el cuerpo lo dejamos caer libremente, parte del reposo, es por ello, que su velocidad siempre será de Cero.

2. Ahora bien, empezamos a encontrar los datos que nos hacen falta, en éste caso, comenzaremos con la V_f . Ocuparemos la siguiente fórmula:

Sustituimos los Datos que tenemos en la fórmula:

3. Para dejar la V_f despejamos el cuadrado siempre pasando al otro lado como Raíz Cuadrada. Así:

Teniendo como:

4. Ahora procedemos a encontrar el t , utilizando la siguiente fórmula:

5. Sustituimos datos en fórmula:

6. Teniendo como Tiempo