

## Dinámica

**La dinámica** es una rama de la física, que se encarga del estudio del movimiento, en términos de la fuerza, donde la fuerza su papel es solo cambiar **el estado del movimiento**. Cuando usamos la palabra movimiento, nos referimos a él en forma general, con lo que debemos recordar que el movimiento es **relativo**, con esto queremos decir que depende del **sistema de referencia**.

Queremos aclarar que debemos repasar las leyes de Newton, para poder entender este tema y las tendremos siempre presente, como estudiante responsable debe revisarlas y repasarlas. Para **efectos de notación** usaremos la letra en negrita para identificar a los vectores (**F**, **Δd**, **a**, **I**, **P**, etc).

**Primera ley de Newton:** Esta ley considerada por primera vez por Galileo con el concepto de las velocidades relativas. Establece lo siguiente:

Todo cuerpo tiende permanecer en movimiento rectilíneo uniforme (con velocidad constante) o reposo, a menos que una fuerza externa cambie su estado de movimiento

**Segunda ley de Newton:** Toda fuerza ejercida sobre una masa le producirá el efecto de la aceleración. Escrita en forma concreta:  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$

**Tercera ley de Newton:** Toda acción de una fuerza produce una reacción igual y opuestas.

$$\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2$$

Cuando analizamos un problema de dinámica a diferencia cuando lo hacemos en **estática** (rama de la física que se encarga del estudio de sistemas en equilibrio), seguimos una metodología un poco diferente y debemos subrayar este tema la metodología.

1. Establecemos el sentido de la aceleración del sistema en el sentido que se está acelerando.
2. En el diagrama de cuerpo libre analizamos cada masa individualmente e indicamos las direcciones y sentido de cada vector fuerza que actúa sobre cada masa.
3. Escribimos las ecuaciones particulares de cada masa que hemos identificado en el diagrama. Sabiendo que  $\Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}$ , Donde  $\Sigma \mathbf{F}$  (sumatoria de las fuerzas) son las fuerzas que están actuando sobre una masa en particular, estas fuerzas deben tener la misma dirección y sentido que la aceleración que establecimos en el primer paso.
4. Sumamos todas las ecuaciones particulares, y en ese resultado no deben aparecer las reacciones, si es así debemos buscar la manera alternativa para simplificarlas. Esta ecuación general se le conoce como solución del Lagrangiano.
5. Con estas ecuaciones tanto las particulares y la general, podemos calcular las condiciones dinámicas para cada fenómeno dinámico.

**Cinemática** es la rama de la física que se encarga del estudio del movimiento desde el punto de vista geométrico.

Existen algunas ecuaciones básicas en cinemática:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

$$v = v_0 + a t \quad \text{Ecuación 2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 a d \quad \text{Ecuación 3}$$

La ecuación 2 es la ecuación de la línea recta donde  $a$  es la pendiente y simboliza la aceleración. Despejada la ecuación 2 queda de la siguiente manera y simboliza el cambio de la velocidad con respecto al tiempo.

$$a = \Delta v / \Delta t \quad \text{Ecuación 2}$$

**Caida libre:** Son un caso particular de movimiento acelerado, sus ecuaciones son isomorfas con las que están en la columna de la izquierda.

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{Ecuación 4}$$

$$v = v_0 + g t \quad \text{Ecuación 5}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 g h \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  es la constante de la aceleración en caída libre es como esta cambiando la velocidad con respecto al tiempo,  $h$  es la distancia vertical recorrida.

## Trabajo y energía.

De alguna forma en nuestra vida nos hemos relacionado el concepto de trabajo, Ejemplo; Se encuentra sentado viendo televisión y su papa lo manda a estudiar, busca sus libros estudia un rato y regresa a sentarse a ver televisión, su padre regresa y lo ve de nuevo sentado en el mismo lugar, ¿Hizo el trabajo?. ¡Te dije que te pusieras a estudiar!.

Desde el punto de vista físico su trabajo es cero. Vayamos a las definiciones de trabajo físicamente.

La definición de trabajo es:

Trabajo =  $F \cdot \Delta d$ , donde la fuerza  $F$  debe tener la misma dirección que el desplazamiento  $\Delta d$ , el producto punto de dos vectores es un escalar, en este caso el vector fuerza y el vector desplazamiento., el trabajo es una cantidad escalar.

**La energía** es un concepto que escuchamos a diario en nuestra vida, en cualquier actividad necesitamos energía, es por esto que se hace vital su estudio.

La energía que vamos a estudiar en forma básica es la energía mecánica que podemos clasificar:

1. Energía cinética.  $\frac{1}{2} m v^2$
2. Energía potencial gravitatoria.  $m g h$
3. Energía potencial elástica.  $\frac{1}{2} k \Delta x^2$
4. Perdida por fricción  $|f_k \cdot \Delta d|$ .

Todas estas formas de energía son la manera como se hace trabajo, como veremos son la manera como el trabajo se transforma, y también son cantidades escalares.

## Principio de conservación de la energía

La energía al igual que la masa no se puede crear ni destruir, solo se transforma, para efecto de analizar los problemas, la energía total antes de la interacción es igual a la energía después de la interacción. Para el análisis de estos problemas seguimos también una metodología:

Identificamos las energías que hay antes y después y establecemos,

$$\Sigma E \text{ total antes} = \Sigma E \text{ total después}$$

Esta ecuación también se puede escribir en términos de las variaciones de energía,

$$0 = \Delta E \text{ total antes} + \Delta E \text{ total después}$$

$$0 = \Delta K + \Delta U + \Delta E_{\text{potencial elástica}} + \Delta E_{\text{cualquier otra energía}}$$

Estas son herramientas que nos ayudan a resolver las situaciones de aplicación.

Estas ecuaciones nos llevan a concluir que primero identificamos en el texto del problema cuáles energías hay y cuáles **no hay** antes y después, para ello leemos el texto.

**Ejemplo:** Un rolerman de 700N inicia del reposo desde lo alto de una carretera a 2 Km de altura y desciende hasta un punto donde lo están esperando a 0,5 Km de altitud con respecto al nivel del mar, que velocidad tiene en ese punto de espera. Resolver aplicando los conceptos de trabajo y energía, considera la fricción despreciable.

Calcule la energía total, la energía cinética, la masa, la velocidad en el punto de espera y la eficiencia, ,

$$\Sigma E \text{ total antes} = \Sigma E \text{ total después} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$mgh_0 + 1/2 mv_0^2 + 1/2 k \Delta x_0^2 + |\mathbf{f}_k \cdot \mathbf{d}_0| = mgh + 1/2 mv^2 + 1/2 k \Delta x^2 + |\mathbf{f}_k \cdot \mathbf{d}| \quad (\text{Ecuación 2})$$

Observe que hemos escrito todas o casi todas las energías mecánicas, pero en este caso varias se anulan o no existen.

En este caso **no hay** resorte o liga y la fricción es despreciable por lo tanto:

$$1/2 k \Delta x_0^2 = 0, \quad |\mathbf{f}_k \cdot \mathbf{d}_0| = 0$$

$$\text{también } 1/2 k \Delta x^2 = 0, \quad |\mathbf{f}_k \cdot \mathbf{d}| = 0$$

$$\text{Como parte del reposo } 1/2 mv_0^2 = 0$$

Identificamos las energías que hay antes y después

$$\Sigma E \text{ total antes} = \Sigma E \text{ total después} \quad \text{Ecuación 1}$$

Así la ecuación 2 quedará:

$$mgh_0 = mgh + 1/2 mv^2 \quad \text{Ecuación 3}$$

Despejamos la velocidad  $v$ , e identificamos  $h_0 = 2\text{Km}$ ,  $h = 0,5\text{Km}$  y  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  que es la constante de aceleración de la gravedad.

Lamentamos no ponerle la tilde y algunos signos a muchas palabras, pero el procesador deforma las palabras y de verdad mil disculpas. Si alguien sabe de Kingsoft procesador de texto, será bienvenida su ayuda. Mil disculpas.

$mg = 700N$  , su masa sera, peso = mg,  $m = \text{peso}/g = 700N / 9,8m/s^2 = \underline{71,43 \text{ kg}}$

$\Sigma E \text{ total antes} = \Sigma E \text{ total despues}$  **Ecuacion 1**

$mgh_0 = mgh + 1/2 mv^2$  Sustituimos los valores en la **ecuacion 3.**

$(700N)(2000m) = (700N)(500m) + 1/2 mv^2$  Todas las unidades tienen que estar en el S.I

$1\,400\,000J = 350\,000J + 1/2 mv^2$  aqui identificamos la **energia total =  $1,4 \times 10^6 J$**

$1400\,000J - 350\,000J = 1/2 mv^2$

$1\,050\,000J = 1/2 mv^2$  Identificamos el valor de la **energia cinetica =  $1,05 \times 10^6 J$**

$2(1050\,000J) = mv^2$  Despejamos la velocidad.

$2\,100\,000J = mv^2$

$2\,100\,000J/m = v^2$

$2100\,000J/(71,43Kg) = v^2$

$\sqrt{29399.412 \text{ m}^2/\text{s}^2} = v$

$171.462567 \text{ m/s} = v$  aproximamos

**171.46 m/s  $\approx v$**

La eficiencia  $e = (\text{parte de la energia}) / (\text{energia total}) \times 100$

$e = (\text{energia cinetica}) / (\text{energia total}) \times 100$

$e = (1\,050\,000J) / (1\,400\,000J) \times 100 = 0,75 \times 100 = 75\%$

El 75% de la energia total se convierte en energia cinetica y el otro 25% esta en forma de energia potencial gravitatoria como observamos de nuestros resultados.

## Potencia

La potencia es cuando el trabajo se hace en un tiempo determinado, o dicho en otras palabras es la rapidez con la que se hace trabajo. Escrito en forma de ecuacion.

$$P = \text{trabajo}/\text{tiempo}$$

Tambien se puede escribir esta ecuacion en la otra forma:

$$P = \mathbf{F} v$$

Debemos agregar que la potencia es una cantidad escalar, su unidad en el sistema internacional es el Watt (W). Esta unidad lleva el nombre del fisico escoces James Watt (1736–1819). Un 1 Watt = 1J/1s

La eficiencia tambien se puede escribir en terminos de la potencia:

$$e = (\text{parte de la potencia}/ \text{Potencia total}) \times 100$$

**Cuadro de sistema de unidades.**

Sistema	Trabajo o Energia	Fuerza	Desplazamiento	potencia.
Sistema internaconal	Joule (J)	Newton(N)	Metros(m)	Watt (W)
U.K	lb ft	lb(libra)	ft(pie)	lb ft/s
c.g.s	ergio(erg)	Din(dina)	cm	erg/s
Sistema de unidades tecnicas	Kpm ó Kgm(Kilopondio metro)	Kilopondio(Kp)	metros(m)	Kpm/s ó Kgm/s

hp: caballo de potencia, C.V: caballo de vapor KWh: Kilowatt-hora

**Algunas conversiones:**

$$1\text{hp} = 550\text{lbft/s} = 746\text{W}$$

$$1\text{C.V} = 75\text{Kpf m/s} = 736\text{W}$$

$$1\text{KWh} = 3,6 \times 10^6 \text{J} = 3,6\text{MJ}$$

**Ejemplo de aplicacion con potencia:** Una motor cuya eficiencia es del 87%, eleva un peso de 700N a una altura de 10 m , en un tiempo de 3 min, Calcule la potencia en Watt y en hp.

Hacemos las conversiones a la unidad de tiempo que esta en min a segundos.

$$3\text{min} = 3\text{min}(60\text{s}/1\text{min}) = 180\text{s}$$

$P = \text{trabajo}/\text{tiempo}$  el trabajo es hecho a costa de la energia potencial gravitatoria.

$$P = F \cdot \Delta d / \Delta t = (700\text{N})10\text{m}/180\text{s} = 38.888888889\text{Watt} \approx 38,9\text{Watt}$$

De esta potencia el motor solo usa el 87%, para lo cual recordamos la eficiencia.

$$e = (\text{parte de la potencia} / \text{Potencia total}) \times 100$$

Despejamos la parte de la potencia.

$$\text{Parte de la potencia} = (e/100) \text{Potencia total}$$

$$\text{Parte de la potencia} = (87/100)39,9\text{Watt} = 33,83\text{Watt}$$

Conversion de Watt a hp

$$33,83\text{Watt}(1\text{hp}/746\text{Watt}) = 0.0453\text{hp}$$

## El impulso y la cantidad de movimiento.

La **cantidad de movimiento** conocida también como **momentum**, se define como un vector que es la combinación de la masa y la velocidad que tiene el cuerpo en el sistema internacional la unidad es kg m/s.

Escrito en forma de ecuación: Los vectores se pueden escribir con una flecha arriba de la variable o en negrita para diferenciarlo de otras cantidades.

$\mathbf{P} = m\mathbf{v}$  observe que la masa es una cantidad escalar.

El **impulso** es cuando una fuerza se aplica por un breve tiempo, escrito matemáticamente  $\Delta t \rightarrow 0$ .

A esta cantidad la representaremos con la letra **I** así esta nueva cantidad queda expresada de la siguiente forma  $\mathbf{I} = \mathbf{F} \Delta t$

tanto **el impulso** como **la fuerza son vectores** el tiempo **es escalar**.

Existe una manera como se relaciona el impulso y la cantidad de movimiento, todo impulso produce una cantidad de movimiento.

$$\mathbf{F} \Delta t = m\mathbf{v}$$

**Ejemplo:** Un bateador golpea con el bate la bola de 142g, durante 0,02s que le imprime una velocidad de 90 mph, calcule la fuerza que le imprime el bateador y la cantidad de movimiento..

Las unidades están en varios sistemas de unidades, en este caso **hay una** combinación de sistema c.g.s y sistema inglés, como hay dos, nos decidimos por el sistema internacional, por ser **el estándar internacional**, todas las unidades deben estar en un solo sistema sea cual sea el problema a resolver.

1mph = **0.44704** m/s hacemos las conversiones

90 mph = 90 (1mph) = 90 (0,4474 m/s) = 40,23 m/s

142g (1kg/1000g) = 0,142kg

De la relación de impulso y momentum, las variables identificadas las sustituimos.

$$\mathbf{F} \Delta t = m\mathbf{v}$$

$$\mathbf{F} \Delta t = (0,142\text{kg})(40,23 \text{ m/s})$$

$$\mathbf{F} \Delta t = 5.71266 \text{ kg m/s}$$

La cantidad de movimiento es **5.71266 kg m/s**

Despejamos F

$$F = (5.71266 \text{ kg m/s}) / \Delta t = (5.71266 \text{ kg m/s}) / (0,02\text{s})$$

$$F = 285.633 \text{ kg m/s}^2 = \mathbf{285.6 \text{ N}}$$

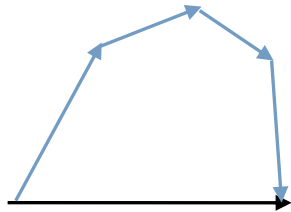
## Principio de conservación de la cantidad de movimiento.

En física estudiaremos muchos principios de conservación algunos ya los conocemos, la cantidad de movimiento es una de esas cantidades también.

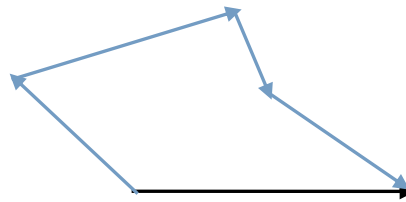
Principio de conservación de la cantidad de movimiento o momentum, establece que la cantidad de movimiento total antes es igual a la cantidad de movimiento total después, esto quiere decir que el vector momentum resultante antes de la interacción es igual al vector momentum resultante después.

$$\sum P_R \text{ total antes} = \sum P_R \text{ total después}$$

$P$  resultante antes =  $P$  resultante después, aquí en este punto debe recordar como se calcula o se determina graficamente el vector resultante en general de cualquier cantidad.



**P resultante antes**



**P resultante después.**

Note que los vectores dibujados graficamente son iguales vectorialmente hablando, tienen la misma magnitud, la misma dirección, el mismo sentido. A pesar que sus componentes antes y después no son iguales.

### Choque lineal para dos masas:

De la ecuación general se desprende que para dos masas con velocidades antes y después:

$$\sum P \text{ total antes} = \sum P \text{ total después}$$

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

donde  $u$  representa las velocidades iniciales o antes y  $v$  las velocidades después de la interacción.

### Choques elásticos:

Un choque elástico se define como aquel donde las pérdidas de energía cinética son mínimas,

**Como ejemplo** de esta clase tenemos una pelota de ping pong lanzada contra una pared, esta rebotará con la misma fuerza igual y opuesta siguiendo la tercera ley de Newton.

### Choques inelásticos:

Choques inelásticos es aquel donde hay grandes pérdidas de energía cinética, las masas quedan unidas generalmente, hay grandes pérdidas de calor.

**Un ejemplo** es cuando lanzamos un trozo de masilla o plastilina, contra la pared y queda pegada, si quitamos la masa pegada y tocamos el lugar donde estaba la masilla notaremos

que hay un incremento de la temperatura.

### Coefficiente de restitution.

Es la manera de medir la conservacion de la energia cinetica en un choque entre dos particulas que se comportan siguiendo la mecanica de Newton.

Se define como la razon negativa de las velocidades relativas antes de la interaccion y las velocidades relativas despues.

$$e = - (v_2 - v_1) / (u_2 - u_1), \text{ sus valores estan comprendidos } 0 \leq e < 1$$

Para los choques perfectamente elasticos  $e = 1$

Para los choques perfectamente inelasticos  $e = 0$

**Ejemplo choque lineal de dos masas:** En una mesa de billar una primera bola con velocidad de 3m/s al este, choca con otra que esta en reposo, luego la segunda bola adquiere una velocidad de 3 m/s al este, Calcule la velocidad de la primera bola despues. El coeficiente de restitution, y ¿Que tipo de choque es?.

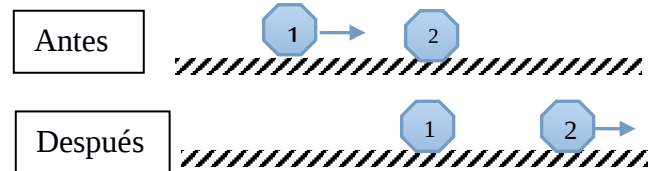
Identificamos las velocidades antes y despues. Tambien determinamos los signos del sistema de coordenadas.

$$u_1 = 3\text{m/s al este} = +3\text{m/s}$$

$$u_2 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = 3\text{m/s al este} = 3\text{m/s}$$



Un diagrama siempre ayuda para entender, “Un dibujo vale mas que mil palabras” Proverbio Chino.

Como es un choque lineal partimos de la ecuacion.

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad \text{En un billar todas las masas son iguales } m_1 = m_2$$

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad \text{Simplificamos}$$

$$u_1 + u_2 = v_1 + v_2 \quad \text{sustituimos los valores en la ecuacion.}$$

$$3\text{m/s} + 0\text{m/s} = v_1 + 3 \text{ m/s}$$

$$3\text{m/s} - 3 \text{ m/s} = v_1 \quad \text{Despejamos } v_1$$

$$0\text{m/s} = v_1$$

Esto significa que  $v_1 = 0 \text{ m/s}$  queda en reposo

Calculamos ahora e :

$$e = - (v_2 - v_1) / (u_2 - u_1) = - (3\text{m/s} - (0\text{m/s})) / (0\text{m/s} - 3\text{m/s}) = - 3\text{m/s} / -3\text{m/s} = 1$$

El choque es perfectamente elastico. **Vamos a agregar otros ejemplos en este espacio en**

Lamentamos no ponerle la tilde y algunos signos a muchas palabras, pero el procesador deforma las palabras y de verdad mil disculpas. Si alguien sabe de Kingsoft procesador de texto, sera bienvenida su ayuda. Mil disculpas.



construccion.

Lamentamos no ponerle la tilde y algunos signos a muchas palabras, pero el procesador deforma las palabras y de verdad mil disculpas. Si alguien sabe de Kingsoft procesador de texto, sera bienvenida su ayuda. Mil disculpas.

Lamentamos no ponerle la tilde y algunos signos a muchas palabras, pero el procesador deforma las palabras y de verdad mil disculpas. Si alguien sabe de Kingsoft procesador de texto, sera bienvenida su ayuda. Mil disculpas.