

# BLOQUE 0

## REPASO DE MECÁNICA

### Dinámica

---

#### Contenidos

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dinámica             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Fuerzas</li> <li>1.2. Momento lineal (cantidad de movimiento de una partícula)</li> <li>1.3. Leyes de Newton                 <ol style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Primera ley de Newton (Ley de Inercia)</li> <li>1.3.2. Segunda Ley de Newton: Principio fundamental de la Dinámica</li> <li>1.3.3. Tercera Ley de Newton (Ley de Acción y reacción)</li> </ol> </li> <li>1.4. Fuerza de rozamiento</li> <li>1.5. Fuerza centrípeta</li> <li>1.6. Fuerzas elásticas o restauradoras</li> </ol> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.7. Principio de conservación de la cantidad de movimiento</li> <li>1.8. Fuerza central</li> <li>1.9. Momento de una fuerza</li> <li>1.10. Momento angular.</li> <li>1.11. Trabajo</li> <li>1.12. Potencia</li> <li>1.13. Fuerzas conservativas</li> <li>2. Energía mecánica             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Teorema de las fuerzas vivas</li> <li>2.2. Energía potencial                 <ol style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Energía potencial gravitatoria</li> <li>2.2.2. energía potencial elástica</li> </ol> </li> <li>2.3. Conservación de la energía mecánica</li> </ol> </li> </ol> |
|---|--|
- 

#### Criterios de evaluación

- +▶ VII.1. Identificar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.
- +▶ VII.2. Resolver situaciones desde un punto de vista dinámico que involucran planos inclinados y /o poleas.
- +▶ VIII.1 Establecer la ley de conservación de energía mecánica y aplicarla la resolución de casos prácticos.

## 1. Dinámica

Continuamos nuestro repaso viendo los conceptos que se han trabajado el curso anterior en relación con la dinámica, abordando de manera especial el concepto de fuerza y el concepto de energía. Asimismo se hará hincapié en los principios de conservación.

### 1.1. Fuerzas

La fuerza es una magnitud vectorial que mide la intensidad de una interacción entre dos cuerpos. Un cuerpo sólo (aislado), no tiene fuerza, las fuerzas sólo existen cuando hay dos cuerpos que interaccionan. La unidad en el SI es el newton (N) y el origen de todas las fuerzas se debe a las interacciones de tipo gravitatorio, de tipo electromagnético o de tipo nuclear.

Los vectores que representen a las fuerzas tendrán su origen en el cuerpo sobre el que actúan.

## 1.2. Momento lineal (cantidad de movimiento) de una partícula.

El momento lineal o cantidad de movimiento se define como el vector resultante de multiplicar la masa por la velocidad de esa partícula:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad 0.1$$

## 1.3. Leyes de Newton

### 1.3.1. Primera Ley de Newton (Ley de inercia)

*Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o su resultante es nula, el cuerpo permanecerá en reposo si estaba en reposo o se moverá con movimiento rectilíneo uniforme si estaba en movimiento.*

### 1.3.2. Segunda Ley de Newton: Principio fundamental de la Dinámica.

La resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es igual a la variación con respecto al tiempo de la cantidad de movimiento de ese cuerpo.

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \vec{a} \quad (\text{si } m \text{ es constante}) \quad 0.2$$

La expresión 0.32 puede expresarse como  $\sum \vec{F} dt = d\vec{p}$ . Al producto de la fuerza por el tiempo que está actuando se le conoce con el nombre del **impulso mecánico**  $\vec{I}$ , por tanto:

$$\vec{I} = d\vec{p} \quad 0.3$$

### 1.3.3. Tercera Ley de Newton (Ley de acción y reacción)

*Cuando dos cuerpos interaccionan, la fuerza que el primero ejerce sobre el segundo es igual y de sentido contrario a la que el segundo ejerce sobre el primero.*

Cada una de las fuerzas está aplicada sobre un cuerpo distinto por lo que no pueden sumarse. Aunque ambas fuerzas tienen el mismo valor, los efectos que producen pueden ser muy diferentes.

## 1.4. Fuerza de rozamiento

Cuando dos cuerpos se ponen en contacto aparecen fuerzas que se oponen al desplazamiento relativo entre ambos. Estas fuerzas, que se llaman de rozamiento, dependen de la **fuerzas que comprime** ambos cuerpos, de la naturaleza de las **superficies** en contacto y de su grado de **pulimentación**.

El valor máximo de la fuerza de rozamiento depende de la fuerza normal que comprime ambas superficies.

$$|\vec{F}_r| \leq \mu N \quad 0.4$$

El coeficiente de rozamiento es un valor constante que se determina experimentalmente y que recoge la influencia de la naturaleza de las superficies y su grado de pulimentación.

El valor máximo se alcanza cuando ya hay movimiento relativo entre ambas superficies, o cuando la fuerza resultante que tiende a poner en movimiento un cuerpo sobre el otro es mayor que la fuerza de rozamiento máxima.

### 1.5. Fuerza centrípeta.

Si un cuerpo describe un movimiento curvilíneo tendrá una **aceleración centrípeta** dirigida hacia el centro de curvatura de la trayectoria en cada punto. Según la segunda ley de Newton, esta aceleración está producida por una fuerza llamada centrípeta o normal, cuyo módulo es:

$$\left| \vec{F}_N \right| = m \frac{v^2}{R} \quad 0.5$$

La fuerza centrípeta no se tiene que corresponder siempre con una interacción real. Si el movimiento es el circular uniforme en el que la rapidez es constante, la fuerza centrípeta será la resultante de todas las fuerzas que actúan, y se corresponderá con una fuerza real si sólo actúa una única fuerza, por ejemplo la fuerza de atracción de la Tierra sobre la Luna. Si el movimiento no es uniforme la fuerza resultante podemos considerarla como la suma de una componente tangencial, que es la que producirá la aceleración tangencial, y otra centrípeta que produce la aceleración centrípeta.

### 1.6. Fuerzas elásticas o restauradoras

En la Naturaleza hay un gran número que responden a este tipo de fuerzas; sin duda el ejemplo más sencillo es el del estiramiento o alargamiento de un muelle.

La fuerza elástica que un muelle ejerce sobre un cuerpo es directamente proporcional a la deformación del muelle, y su sentido es a oponerse a dicha deformación (ley de Hooke):

$$\vec{F}_{elástica} = -K \cdot \Delta \vec{x} \quad 0.6$$

Siendo  $\Delta x$  la **deformación** sufrida por el muelle y  $K$  la constante recuperadora o **constante elástica**, característica de cada muelle.

### 1.7. Principio de conservación de la cantidad de movimiento.

La segunda ley de la dinámica establece que al actuar una fuerza sobre una partícula produce en ésta una variación de la cantidad de movimiento o momento lineal, cumpliéndose que:

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad 0.7$$

Cuando sobre una partícula no actúe ninguna fuerza (partícula aislada), o la resultante de todas las que actúen sea nula, no se producirá variación de la cantidad de movimiento, es decir, la

cantidad de movimiento permanecerá constante. Esto se conoce como **teorema de conservación de la cantidad de movimiento** para una partícula.

$$\text{si } \sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{p} = \text{cte} \tag{0.8}$$

Especial interés tiene el caso de las colisiones.

### 1.8. Fuerza central

Una fuerza es central cuando el vector posición  $\vec{r}$  de la partícula es paralelo a la fuerza (ver figura 1).

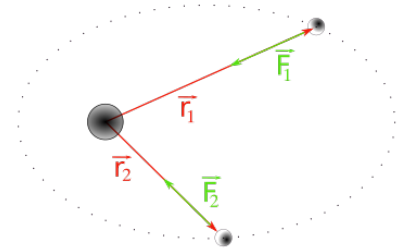
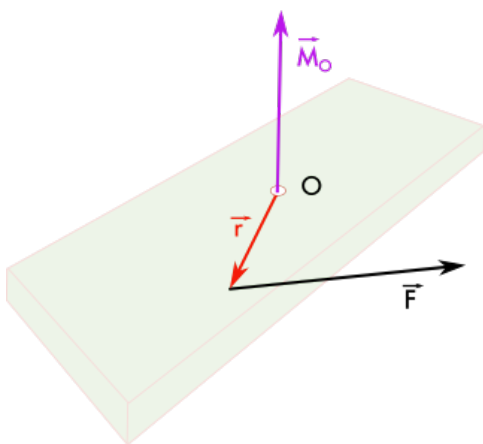


FIGURA 1

### 1.9. Momento de una fuerza



El momento de una fuerza ( $\vec{M}_O$ ), también denominado torqué de una fuerza, respecto de un punto O se define como el producto vectorial del vector de posición del punto en el que se aplica la fuerza y la fuerza aplicada, es decir (ver figura 2):

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} \tag{0.9}$$

El momento de una fuerza central es cero, dada la condición de paralelos del vector de posición y la fuerza.

FIGURA 2

### 1.10. Momento angular. Conservación del momento angular.

El momento angular de una partícula con respecto a un punto O,  $\vec{L}_O$ , se define como el producto vectorial de su vector de posición y su cantidad de movimiento, es decir:

$$\vec{L}_O = \vec{r} \times \vec{p} \tag{0.10}$$

Debemos tener en cuenta que el valor del momento angular depende del vector de posición, luego dependerá del punto respecto al cual se calcula. En la figura 3 se representa el valor del momento angular.

La variación del momento angular de una partícula respecto de un punto O es el valor del momento de una fuerza respecto del mismo punto. Es decir:

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \vec{M}_O \tag{0.11}$$

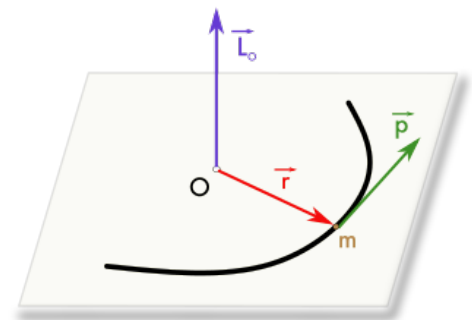


FIGURA 3

En el caso de una fuerza central, sabemos que el

momento de la fuerza,  $\vec{M}_O$ , es cero, por tanto el momento angular permanecerá constante en módulo, dirección y sentido.

### 1.11. Trabajo

Cuando una fuerza  $\vec{F}$  actúa sobre un cuerpo durante un desplazamiento  $\vec{s}$ , decimos que el producto  $|\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos\theta$  es el trabajo realizado por  $\vec{F}$  sobre el cuerpo, en donde  $\theta$  es el ángulo formado por las direcciones de los dos vectores  $\vec{F}$  y  $\vec{s}$ , es decir **el producto escalar de fuerza por desplazamiento**:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} \quad 0.12$$

en el sistema internacional de unidades el trabajo se expresa en julios (J).

Esta definición de trabajo trae las siguientes consecuencias:

- ⊗ Si la fuerza y el desplazamiento son perpendiculares, el trabajo realizado es cero.
- ⊗ Si la fuerza tiene la misma dirección y sentido que el desplazamiento, el trabajo es positivo y además es máximo.
- ⊗ Si la fuerza y el desplazamiento tienen sentidos opuestos, el trabajo es negativo.

El trabajo NO es una forma de energía; es una magnitud que sirve para calcular la energía transferida en un proceso en el que conocemos las fuerzas y el desplazamiento de los sistemas.

Como el trabajo mide la transferencia de energía a un sistema, puede ocurrir que al final de un proceso el sistema tenga más energía que al principio, lo que implica que el proceso ha supuesto que le hayamos dado energía al sistema y entonces el trabajo es positivo. Por el contrario, si el resultado final es que el sistema tiene menos energía que al principio, quiere decir que se le "ha quitado" energía, y por lo tanto, el trabajo es negativo. Si un sistema está ganando energía es porque hay otro sistema que tiene que estar perdiendo energía

- ⊗ Trabajo positivo sobre el sistema: aumenta la energía del sistema
- ⊗ Trabajo negativo sobre el sistema: disminuye la energía del sistema.

Pero, ¿qué ocurre si la fuerza es variable?

En este caso el trabajo realizado por una fuerza variable al desplazar un cuerpo desde la posición inicial  $r_0$ , hasta la posición final  $r$  es:

$$W = \int_{r_0}^r \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad 0.13$$

### 1.12. Potencia

Se denomina potencia a la rapidez con la que se realiza un trabajo:

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\vec{F} \cdot \Delta\vec{r})}{dt} \quad 0.14$$

En el caso de que la fuerza sea constante, la ecuación 0.14 queda:

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad 0.15$$

La unidad de potencia en el SI es el **vatio** (w)

### 1.13. Fuerzas conservativas

Una fuerza es conservativa si el trabajo total que realiza sobre una partícula es cero cuando la partícula recorre una trayectoria cerrada y vuelve a su posición inicial.

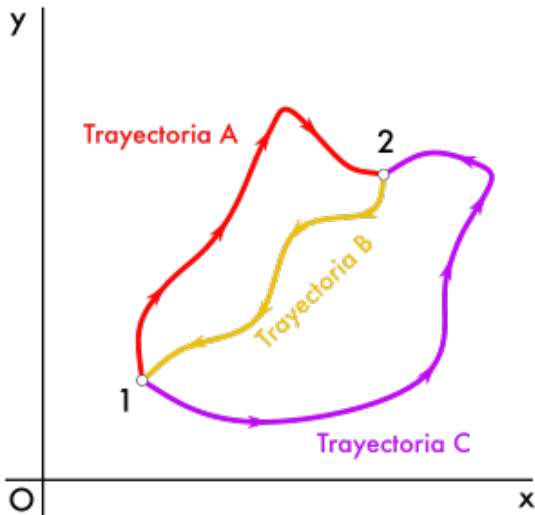


FIGURA 4

Si nos fijamos en la figura 4, el trabajo realizado por una fuerza conservativa a lo largo de la trayectoria A y luego a través de la trayectoria B para regresar al mismo punto tiene que ser cero. Si el trabajo realizado a lo largo de la trayectoria A es  $W$ , el trabajo que realiza la fuerza conservativa a lo largo de la trayectoria B debe ser  $-W$ . Razonando de manera análoga con la trayectoria C concluimos que el trabajo realizado por la fuerza conservativa a lo largo de la trayectoria C es  $W$ , el mismo que a través de la trayectoria A.

Se infiere que el trabajo realizado por una fuerza conservativa es independiente de la forma en que se mueve una partícula de un punto a otro y que solo

depende de los puntos inicial y final.

Esta propiedad de las fuerzas conservativas nos permitirá asociar una **energía potencial** (energía en función de su posición).

## 5. Energía mecánica

Se define la energía mecánica como la capacidad que tienen los cuerpos de realizar un trabajo en virtud de su movimiento y/o de estar en una posición distinta de la del equilibrio.

Según esta definición, distinguimos dos tipos de energía:

- ⊗ **Energía cinética:** Asociada al movimiento de los cuerpos.
- ⊗ **Energía potencial:** Asociada a la posición que ocupa el cuerpo.

La energía mecánica de un cuerpo es, por lo tanto, la suma de su energía cinética y de su energía potencial.

### 5.1. Teorema de las fuerzas vivas

Sea cual sea la naturaleza de la fuerza o fuerzas que actúen sobre un cuerpo, el trabajo total realizado al trasladarlo entre dos puntos es igual a la variación de su energía cinética.

$$W_{total} = \Delta E_{cinética} \quad 0.16$$

en donde la energía cinética tiene un valor de:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad 0.17$$

## 5.2. Energía potencial

Si la fuerza que actúa sobre un cuerpo es una fuerza conservativa, el trabajo realizado por esa fuerza coincide con la disminución de su energía potencial. Recordar que la energía potencial sólo se puede asociar a fuerzas conservativas:

$$W = - \Delta E_{potencial} \quad 0.18$$

### 5.2.1. Energía potencial gravitatoria

La energía potencial gravitatoria de un cuerpo de masa  $m$  que está situado a una altura  $h$  del origen de energía potencial gravitatoria, viene dada por la siguiente expresión:

$$E_{p_{gravitatoria}} = mgh \quad 0.19$$

### 5.2.2. Energía potencial elástica

La energía potencial elástica de un objeto elástico viene dada por la siguiente expresión:

$$E_{p_{elástica}} = \frac{1}{2}Kx^2 \quad 0.20$$

Siendo  $K$  la constante y  $x$  la separación del punto de equilibrio.

## 5.3. Conservación de la energía mecánica

Si en un sistema sólo actúan fuerzas conservativas, la energía mecánica se mantiene constante, es decir:

$$E_{mecánica_{inicial}} = E_{mecánica_{final}} \quad 0.21$$

En el caso, más real, de que actúen fuerzas conservativas y no conservativas, ocurre que la variación de la energía mecánica es igual al trabajo de las fuerzas no conservativas:

$$W_{f.no\ conservativas} = \Delta E_{mecánica} \quad 0.22$$

## BIBLIOGRAFÍA

ALONSO y FINN: Física. Volumen I

HOLTON, G. Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas. Barcelona: Reverté S.A., 1993