

MOVIMIENTO Y COLISIONES

AUTOR: EDWIN GERARDO ACUÑA ACUÑA

OCTUBRE: 2020



San Marcos

Contenido

Introducción.....	3
Movimiento lineal.....	4
Cantidad de Movimiento Lineal.....	4
Definición de movimiento	4
La distancia.	5
• Movimiento rectilíneo.	5
• Movimiento Rectilíneo Uniforme.	6
• Movimiento Rectilíneo Uniformemente acelerado.....	6
• Movimiento circular uniforme.....	6
• Movimiento armónico simple.....	6
• Movimiento parabólico.....	6
Elementos del movimiento.....	6
• Trayectoria.	6
• Distancia.....	6
• Velocidad.	6
• Aceleración.	6
Ejemplos de movimiento	6
a. El movimiento de los planetas en nuestro sistema solar.	6
b. El péndulo de un reloj antiguo.....	7
c. Una bola de boliche.	7
Movimiento y fuerza.....	7
¿Que es una fuerza?	10
Equilibrio de fuerzas	10
Efectos de una fuerza	10
Condición de equilibrio de traslación	10
Como la fórmula para calcular la fuerza es, la igualamos a cero:.....	11
Análisis de fuerzas.....	11
Fuerza, masa y aceleración	11
Momento y energía cinética	12
Energía cinética de un conjunto de partículas.....	13
Impulso	13



Teorema del impulso mecánico.....	14
Cálculo de impulso.....	15
Fuerza media constante.....	16
Conservación del movimiento lineal.....	17
Colisione elásticas en una dimensión	17
El retroceso de la maquina lanzadora de pelotas.....	18
Colisiones elásticas en dos o más dimensines	19
Colisiones totalmente inelásticas	20
Bibliografía	22

Introducción

Si Todos sabemos que es más fácil detener una pelota pequeña que una grande que se mueva con la misma velocidad ¿por qué? Estas acciones están relacionadas con la inercia (masa) de los objetos en movimiento, y esta idea de inercia en movimiento esta incluida en el concepto de momento, término que se refiere a los objetos que se mueven.

Movimiento lineal

Este proceso se define como momento a la consecuencia de una fuerza por un recorrido en un plano o espacio, este efecto es el que hace girar los cuerpos en torno a un eje o punto en una forma lineal. Por otro lado, la inercia es la propiedad de la materia que resiste cualquier variación en su movimiento (ya sea dirección o velocidad).

El movimiento lineal, también conocido en otros medios como movimiento rectilíneo, es un movimiento unidimensional a lo largo de una línea recta.

El movimiento lineal puede ser de dos tipos:

- Movimiento lineal uniforme con velocidad constante o aceleración cero.
- Movimiento lineal no uniforme con velocidad variable o aceleración distinta de cero.

Un ejemplo de movimiento lineal es un atleta de atletismo que corre 100 metros a lo largo de una pista recta.

Los rodamientos lineales son elementos de rodadura para movimientos de traslación. Igual que en el caso de los rodamientos rotativos, se distingue si las fuerzas que se producen son transmitidas por elementos rotativos o por elementos de fricción.

Cantidad de Movimiento Lineal \rightarrow

La cantidad de movimiento lineal \vec{p} de un objeto de masa m que se mueve con velocidad v se define como $\vec{p} = m \vec{v}$ La unidad de medida de la cantidad de movimiento lineal tiene como unidad de medida: kg*m/s

Como lo indica (Días-Solorzano, 2020, pág. 23) que ¿Sabias que todas las cosas que existen en el Universo están en constante movimiento? Sobre la Tierra observas cosas que se mueven, como un automóvil, un avión, niños corriendo, otros.

Al observar detenidamente nuestro entorno nos encontramos con que algunos objetos se mueven más rápido que otros, por lo que decimos que un ave se mueve más rápido que un caracol; es decir que cambia de posición en menos tiempo.

De manera cotidiana utilizamos referencia para localizar un objeto; decimos arriba, abajo, cerca de, lejos de, etc. Para hablar en términos exactos, debemos de usar un marco de referencia, es decir un objeto en estado de reposo.

Definición de movimiento

El movimiento de los objetos es uno de los fenómenos físicos más evidentes, al ser fácilmente observable en cada uno de los procesos de los objetos cuando estos se mueven por un espacio. El estudio de estos fenómenos permite entender la circulación de objetos con los que a buen seguro estás familiarizado, como trenes en movimientos, carros en una pista y aviones. Pero también nos sirve de base para el estudio de otros menos comunes, como satélites, planetas, estrellas y muchos más.

Lo establece muy claro (Newton, 1999) que indica que la rama de la Física

que se encarga del estudio de este fenómeno es la cinemática, que estudia las leyes del movimiento sin tener en cuenta las causas que lo han producido. En este tema se presentará estas leyes, utilizando para ello dos herramientas matemáticas fundamentales: los vectores y las derivadas que son partes del cálculo diferencial.

En los movimientos se consideran los siguientes elementos: la trayectoria, la distancia, la velocidad y el tiempo.

La distancia. Es la longitud comprendida entre el origen del movimiento y la posición final. La trayectoria. Es la línea que describe un cuerpo en movimiento.

Por experiencia sabemos que un objeto se mueve con mayor rapidez que otro cuando recorre la misma distancia en menos tiempo, sin considerar la dirección que lleve. La rapidez de un objeto en movimiento es la distancia que recorre dividida entre el tiempo que tarda en recorrerlo.

Un ejemplo de desplazamiento es el siguiente:

Una bola recorre un trayecto recto con una velocidad constante de 15.0 m/s. Determinar la distancia que puede recorrer en 15 minutos.

Datos:

$$v = 15.0 \text{ m/s}$$

$$d = ?$$

$$T = 15.0 \text{ min}$$

a) convertir: minutos
a segundos

$$T = 15.0 \text{ min} \cdot \left(\frac{60 \text{ s}}{1.0 \text{ min}} \right)$$

③ La distancia

$$d = v \cdot T$$

$$d = 15.0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 900 \text{ s}$$

$$d = 13500 \text{ m}$$

$$T = 900 \text{ s}$$

$$v = 15.0 \text{ m/s}$$

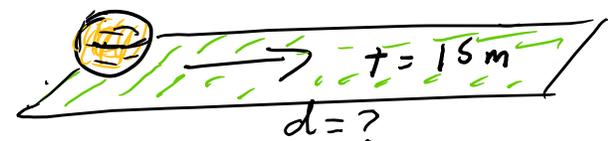


Figura 1. Recorrido de una pelota.
Fuente: propia.

Se tiene que tomar en cuenta que la rapidez media = a la distancia recorrida y tiempo empleado.

Cuando únicamente se involucra la distancia recorrida y el tiempo total del recorrido o un intervalo, se conoce como rapidez media

Conforme al tipo de trayectoria que un móvil describa, se puede clasificar el movimiento en las siguientes categorías lo indica muy claro en el texto hecho por (Rex, 2011, pág. 75) establece que:

- **Movimiento rectilíneo.** Describe un cuerpo cuya trayectoria es lineal y con una velocidad y aceleración paralelas. Suele estudiarse en dos

casos puntuales:

- **Movimiento Rectilíneo Uniforme.** Describe un cuerpo que posee velocidad constante, es decir, aceleración nula.
- **Movimiento Rectilíneo Uniformemente acelerado.** Describe un cuerpo que posee una aceleración constante.
- **Movimiento circular uniforme.** Describe un cuerpo que se mueve alrededor de un eje de giro, con un radio y una velocidad angular constantes, trazando una circunferencia. En este tipo de movimiento los cuerpos poseen una aceleración en dirección al centro del círculo.
- **Movimiento armónico simple.** Describe un movimiento periódico como puede ser el de un péndulo o el de una onda electromagnética (luz, por ejemplo). Matemáticamente está descrito en el tiempo por una función armónica (seno o coseno). El movimiento puede no ser armónico, es decir, no repetirse en el tiempo, pero aun así describir trayectorias ondulatorias y en ese caso se lo denomina movimiento ondulatorio.
- **Movimiento parabólico.** Describe un movimiento que traza una parábola. Es el resultante de la composición de un movimiento rectilíneo uniforme horizontal y uno uniformemente acelerado vertical. Un ejemplo de este tipo de movimiento es el que realiza una pelota que se lanza hacia arriba con un ángulo con respecto a la horizontal.

Elementos del movimiento

Los elementos del movimiento son sus caracterizaciones o propiedades descriptibles, y son los siguientes:

- **Trayectoria.** Es la línea con que se puede describir el movimiento de un cuerpo puntual y que, conforme a su naturaleza, puede ser:
 - a. Rectilínea. Línea recta sin variaciones en su trayectoria.
 - b. Curvilínea. Línea curva, o sea, un fragmento de circunferencia.
 - c. Circular. Circunferencia completa.
 - d. Elíptico. Fragmento de una elipse o elipse completa.
 - e. Parabólico. Línea parabólica.
- **Distancia.** Es la cantidad de espacio recorrido por el móvil en su desplazamiento.
- **Velocidad.** Es la relación entre la distancia recorrida y el tiempo en que el móvil la recorre (a mayor velocidad, más distancia por unidad de tiempo recorre un cuerpo).
- **Aceleración.** Es la variación de la velocidad (velocidad final menos velocidad inicial) por unidad de tiempo.

Ejemplos de movimiento

Algunos ejemplos de movimientos son:

- a. **El movimiento de los planetas en nuestro sistema solar.** Los planetas giran alrededor del sol en órbitas elípticas.

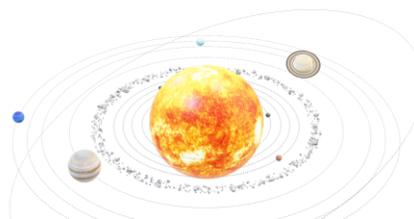


Figura 2. Movimientos planetarios.
Fuente: imágenes de 3D word 365.

- b. **El péndulo de un reloj antiguo.** Los relojes de antaño funcionaban en base al movimiento de un péndulo para marcar los segundos. Dicho movimiento es el ejemplo perfecto del movimiento pendular simple, que es el mismo que usamos en las películas para “hipnotizar” a alguien.

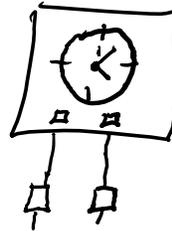


Figura 3. Reloj antiguo.
Fuente: propia.

- c. **Una bola de boliche.** Dado que el piso de las canchas de bowling está encerado para disminuir enormemente la fricción, las bolas tienden a desplazarse en movimiento rectilíneo uniforme hasta impactar con los pinos.

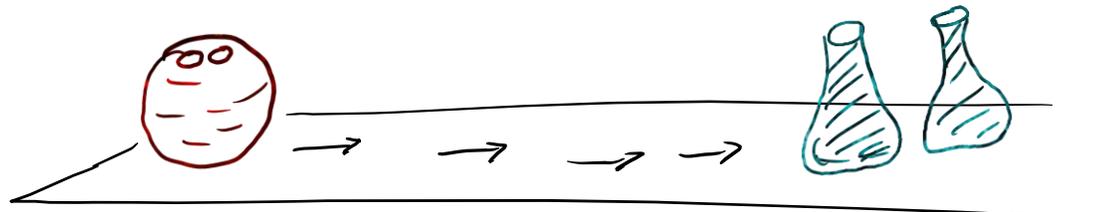


Figura 4. Juego de boliche.
Fuente: propia.

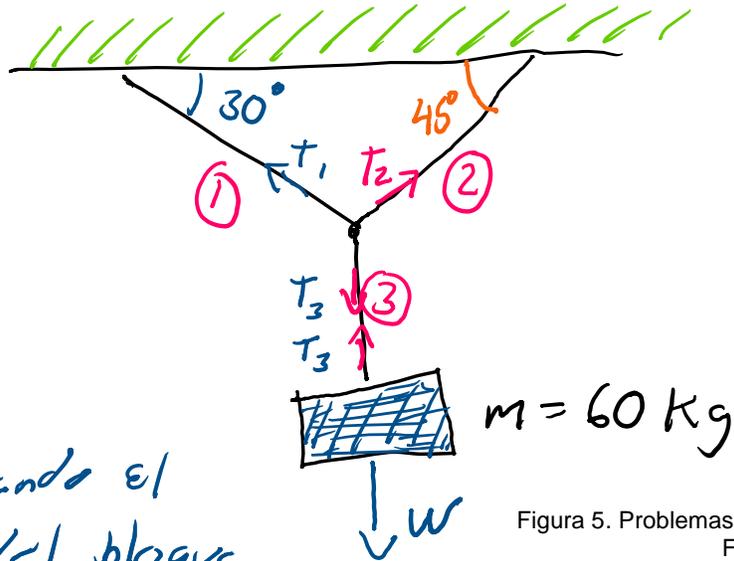
Movimiento y fuerza

Dos fuerzas aplicadas a un objeto, pero no hay movimiento de este. En el cual el movimiento tiene que ver con la sensación de desplazamiento rápido, como ver una moto o un auto a gran velocidad, pero es provocado por un efecto invisible, que actúa sobre los cuerpos, llamado fuerza.

Como lo indica (Pérez, 2015, pág. 112) en su texto que la Fuerza y movimiento son dos eventos físicos que están ligados. Pero, aunque la fuerza puede manifestarse sola, el movimiento no es posible sin el concurso de una fuerza.

Como la fuerza es invisible, alguno de los efectos producidos por esta, también son invisibles.

Ejemplo sobre las tensiones de cableados. Determinar las tensiones en las cuerdas 1, 2 y 3. Del siguiente dibujo



① Calculando el peso del bloque

$$W = m \cdot g$$

$$W = (60 \text{ Kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$W = 588 \text{ N}$$

② Equilibrio

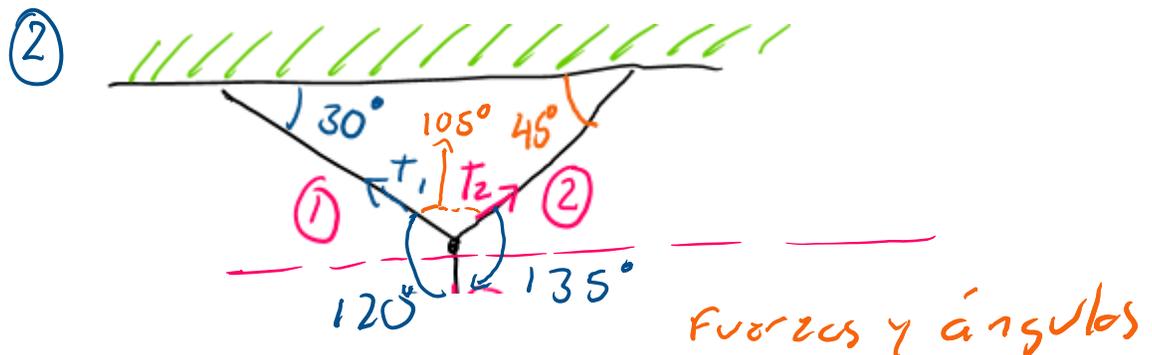
$$\sum F_y = 0 \quad \uparrow (+)$$

$$T_3 - W = 0 \quad (\text{Equilibrio Vertical})$$

Figura 5. Problemas de tensiones.
Fuente: propia.

$$T_3 = W$$

$$T_3 = 588 \text{ N}$$



$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0$$

Teorema de LAMY

$$a) \frac{T_3}{\text{Sen } 105^\circ} = \frac{T_1}{\text{Sen } 135^\circ}$$

$$\frac{588 \text{ N}}{\text{Sen } 105^\circ} = \frac{T_1}{\text{Sen } 135^\circ}$$

$$\Rightarrow T_1 = 430,44 \text{ N} \quad \frac{588 \text{ N} \cdot \text{Sen } 135^\circ}{\text{Sen } 105^\circ}$$

$$b) \frac{588 \text{ N}}{\text{Sen } 105^\circ} = \frac{T_2}{\text{Sen } 120^\circ}$$

$$T_2 = \underline{\underline{588 \text{ N} \cdot \text{Sen}}}$$

$$120^\circ$$

$$567105$$

$$T_2 = 527,18 N$$

Informe Las tensiones de las cuerdas

son:

$$T_1 = 430,44 N$$

$$T_2 = 527,18 N$$

$$T_3 = 588 N$$

¿Que es una fuerza?

La fuerza se relaciona con la acción que ejerce un cuerpo sobre otro (locomotora que ejerce fuerza para mover sus vagones o barra de acero posada sobre una mesa). Los objetos son los que poseen la capacidad de ejercer fuerzas a causa de algún tipo de interacción.

Equilibrio de fuerzas

Sobre los cuerpos, siempre está actuando alguna fuerza. Pero su presencia no siempre es evidente. En ocasiones las fuerzas que interactúan sobre un cuerpo se contrarrestan entre sí, lo cual puede describirse como que "las fuerzas se anulan mutuamente y el cuerpo se encuentra en equilibrio".

Las fuerzas son vectores, y si los vectores tienen la misma dirección pueden ser sumados directamente, y el resultado es otro vector

Efectos de una fuerza

La fuerza del viento empuja la vela. Cuando las fuerzas actúan producen movimiento sobre algún cuerpo o pueden detener el movimiento. Sobre cada cuerpo actúan muchas fuerzas a la vez, las que sumadas reciben el nombre de fuerza neta y es equivalente a la fuerza de todas las demás.

Condición de equilibrio de traslación

Si la fuerza neta es cero, la aceleración es cero, y la velocidad no cambia, es constante; por lo tanto, el movimiento puede ser: rectilíneo uniforme (MRU) o tratarse de un objeto en reposo. Este proceso cuando la suma de los componentes de la fuerza que actúan sobre él es cero. Este sólido rígido esta en equilibrio de rotación, si la suma de momentos sobre el cuerpo es cero como el siguiente dibujo.

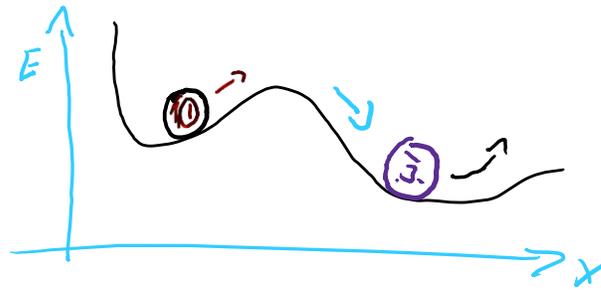


Figura 6. Un sólido rígido está en equilibrio de traslación.
Fuente: propia.

Como la fórmula para calcular la fuerza es, la igualamos a cero:

Pero la masa nunca es cero, entonces la aceleración es cero.

Si la fuerza neta no es cero, el móvil tiene aceleración (o deceleración); por lo tanto, el movimiento es uniformemente variado, pudiendo ser: Uniformemente acelerado o retardado.

- Si la aceleración es mayor que cero (positiva), es un movimiento uniformemente acelerado (MUA).
- Si la aceleración es menor que cero (negativa), es un movimiento uniformemente retardado (MUR).

Análisis de fuerzas

Según la Primera ley de Newton, “todo cuerpo en reposo que reciba una fuerza experimenta un cambio” (Hellingman, 1992, pág. 123).

Newton se basó en la teoría de Galilei (sin roce los cuerpos no se detienen) para establecer su Ley de la Inercia: “un cuerpo que se encuentra en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme, tiende a mantener ese estado siempre que no sea afectado por algún tipo de fuerzas” (Hellingman, 1992, pág. 123).

Fuerza, masa y aceleración

La Segunda ley de Newton: Todos los objetos que en movimiento están variando continuamente su velocidad, adquieren aceleración.

$$F = m \cdot a$$

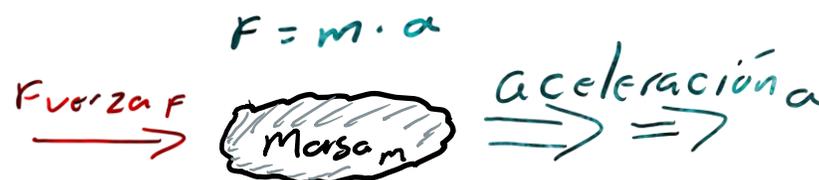


Figura 7. Calculo de la fuerza de que se le genera a un cuerpo.
Fuente: propia

Como lo indica (Pérez, 2015, pág. 23) que establece que el cambio de velocidad (aceleración o deceleración) de un cuerpo es producido por un desequilibrio entre las fuerzas que actúan sobre él. Esta aceleración o deceleración del objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre el.

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

Momento y energía cinética

Cuando un cuerpo se mueve, tiene la capacidad de transformar su entorno. Esta capacidad de producir transformaciones constituye en Física el concepto de energía. Por ejemplo, cuando un cuerpo en movimiento choca con otro, se modifica el estado de reposo o movimiento de ambos.

Por ello lo define muy claro (Días-Solorzano, 2020, pág. 27) que el primer cuerpo tenía energía: tenía la capacidad de producir transformaciones. A esta energía debida al movimiento se le denomina energía cinética. Vamos a estudiarla.

Definimos la energía cinética como aquella que posee un cuerpo por el hecho de moverse. Su valor viene dado por:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$



Figura 8. Energía cinética de rotación.
Fuente: propia

Donde:

E_c : Es la energía cinética del cuerpo en movimiento. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Julio (J)

m : Masa del cuerpo en movimiento. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Kilogramo (Kg)

v : Valor de la velocidad del cuerpo en movimiento. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el metro por segundo (m/s)

Podemos relacionar la energía cinética con el valor del momento lineal de un cuerpo $p = m \cdot v$ multiplicando y dividiendo la expresión anterior por m :

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{(m^2 v^2)}{(2 \cdot m)} = \frac{p^2}{(2m)}$$

Energía cinética de un conjunto de partículas

En el texto de (Bueche, 2009, pág. 123) define que la energía cinética de un conjunto de partículas se calcula sumando las energías cinéticas de cada una de ellas.

Cuando dos o más partículas colisionan, intercambian sus energías y momentos, e incluso alguna de ellas puede desaparecer o transformarse en una o varias partículas distintas, o bien se pueden producir partículas adicionales. En estas reacciones se debe conservar la energía y el momento total del sistema.

Recordemos que la energía relativista de una partícula con velocidad v y masa m es

$$E = \frac{m c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Impulso

Podemos definir el Impulso mecánico como la magnitud que usamos en dinámica para relacionar la fuerza aplicada a un cuerpo con el tiempo que dura su aplicación sobre el objeto.

Con estos experimentos que permite entender el proceso del impulso, por ejemplo, el mecanismo de despegue de los transbordadores espaciales, pero también por qué los futbolistas suelen colocar el balón detrás de sus cabezas al sacar de banda.

Podemos analizar el segundo ejemplo y se hace la siguiente pregunta ¿Te has preguntado alguna vez, por qué los futbolistas, al sacar de banda, se ponen el balón detrás de la cabeza y arquean el cuerpo? Esa postura no aumenta considerablemente el valor de la fuerza con la que lanzan el balón, pero, sin embargo, sí que permitirá aplicar la misma fuerza al balón durante más tiempo. Los futbolistas hacen lo que denominamos tomar impulso.

Así, parece claro que si queremos dotar de una determinada velocidad a un cuerpo tenemos dos opciones. O aplicamos una fuerza más grande durante un intervalo pequeño de tiempo o una más pequeña durante un intervalo de tiempo mayor. Y es que, cuanto más tiempo se mantenga aplicada una fuerza sobre un cuerpo, mayor velocidad podremos conferirle.

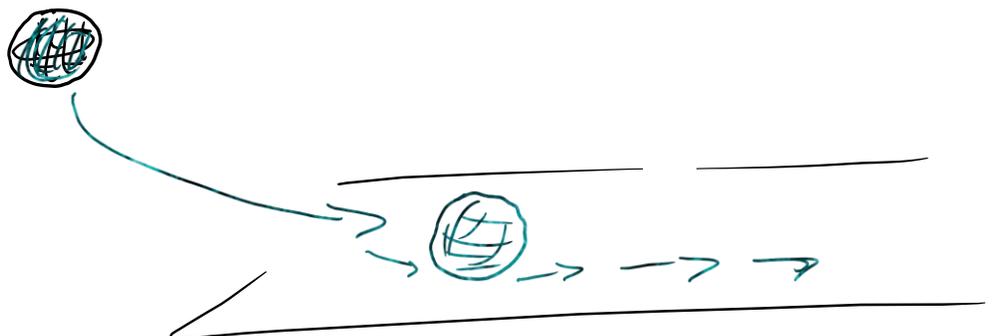


Figura 9. Lanzamiento de pelota.
Fuente: propia.

El impulso mecánico es la magnitud que nos permite cuantificar estas ideas. En el texto de (Slisko, 2016, pág. 75) que lo va a definirlo formalmente como el impulso mecánico, de una fuerza, es una magnitud vectorial que relaciona dicha fuerza con el tiempo que dura su actuación.

$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t$$

Donde:

\vec{I} : Es el impulso mecánico de la fuerza. Su unidad en el Sistema Internacional (S.I.) es el newton por segundo (N·s)

\vec{F} : Es la fuerza que estamos considerando, supue esta constante. Su unidad de medida en el S.I. es el newton (N) en donde Δt : Es el intervalo de tiempo durante el cual actúa la fuerza. Su unidad de medida en el S.I. es el segundo (s)

Teorema del impulso mecánico

En el texto de (Hibbeler, 2010, pág. 56) el establece que ha que tener en cuenta que, tal y como hemos visto en la segunda ley de Newton, la variación de la cantidad de movimiento o momento lineal se puede relacionar con la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo según:

$$\sum \vec{F}_i \Delta t = \Delta \vec{p}$$

El producto $\vec{F} \Delta t$ es la propia definición que hemos dado para el impulso mecánico, con lo que este queda relacionado con la variación del momento lineal del cuerpo. Se trata del teorema del impulso mecánico.

El teorema del impulso mecánico establece que el impulso mecánico de la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es igual a la variación de su momento lineal:

El teorema del impulso tiene una gran importancia en aplicaciones de la vida diaria.

Seguramente habrás visto que los saltadores de altura o pértiga siempre caen sobre una colchoneta. Tú mismo, al saltar desde un lugar un poco elevado, doblas las rodillas al tocar el suelo.

En estos casos se intenta que el impulso necesario para detener a la persona se obtenga en un tiempo mayor, con lo que la fuerza que deberá soportar su estructura corporal será menor y, por lo tanto, será más difícil lesionarse.

Ejemplo

Una pelota de tenis de 59 g llega a la pared de un frontón con una velocidad de 30 m/s, perpendicular a la pared, y rebota con una velocidad de 25 m/s en la misma dirección. ¿Qué fuerza media ejerce la pared sobre la pelota, si el tiempo de contacto entre la pelota y la pared es de 0,2 s?

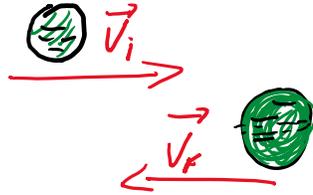


Figura 10. Pelotas de tenis.
Fuente: propia.

$$\Sigma F \cdot \Delta t = \Delta p; F = 0,059 (-25 - 30)/0.2 = -16,2 \text{ N}$$

Fíjate en que el sentido positivo es hacia la derecha, por lo que la velocidad final es negativa, y se le resta la inicial, que es positiva. La fuerza resultante es negativa: evidentemente, la pared la realiza hacia la izquierda sobre la pelota, en sentido negativo.

Es probable que a estas alturas de tus estudios ya sepas que la integral definida entre dos valores de una función coincide numéricamente en valor con el área encerrada bajo dicha función. Así, si representamos en el eje horizontal el tiempo y en el eje vertical la fuerza, ya sea constante o variable, el área encerrada bajo la curva entre t_i y t_f coincide con el valor del impulso:

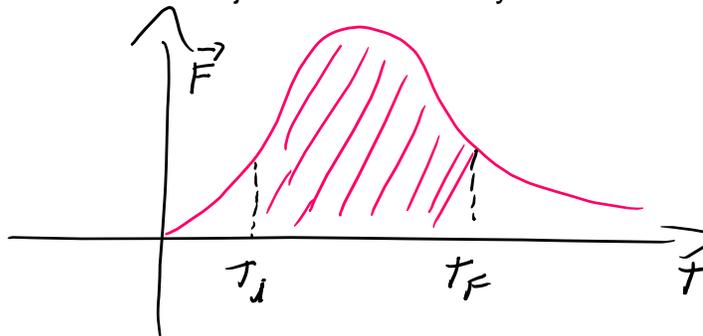


Figura 11. Áreas bajo la curva de una integral.
Fuente: propia.

Cálculo de impulso

Como lo analiza en el texto de (Hibbeler, 2010, pág. 132) que en el gráfico se representa como varía la fuerza que actúa sobre un cuerpo cualquiera a lo largo del tiempo. El área encerrada bajo la curva entre los instantes t_i y t_f , rayada en rojo, coincide numéricamente con el valor del impulso de dicha fuerza en el intervalo $t_f - t_i$, y por tanto con el valor de la variación del momento lineal que experimentará el cuerpo sobre el que se aplique en dicho intervalo. A partir de esta idea, como lo indica en el texto de (Slisko, 2016, pág. 45) que indica que se observa que siempre es posible encontrar una fuerza promedio constante cuyo valor de impulso en ese intervalo de tiempo coincida con el

de la fuerza variable.

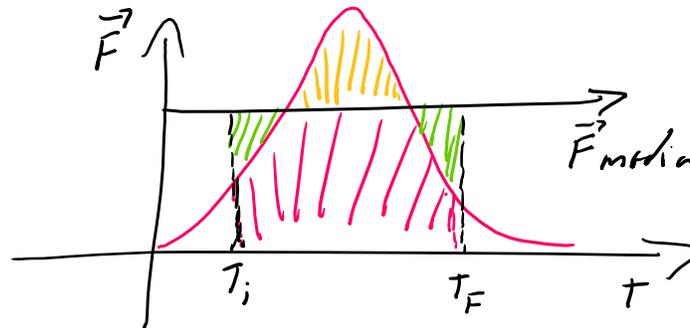


Figura 12. Cálculo del impulso.
Fuente: propia.

Fuerza media constante

Al tratarse del área de un rectángulo, el cálculo de esta última se reduce a una simple multiplicación $F \rightarrow \text{media} \cdot (t_f - t_i)$, frente al uso de integrales que requeriría la primera.

Por tanto, en la mayoría de los casos y problemas que abordaremos en este nivel, cuando hablemos del impulso de una fuerza nos referiremos a dicha fuerza media supuesta constante.

Un ejemplo de este caso puede ser ¿Qué efecto tendría sobre la fuerza de impacto de un carro fuera más rígido, colapsando en solamente 6 pulgadas?

$K_{E \text{ inicial}} = \frac{1}{2} m v^2$
 $v = 5 \text{ km/h} = 13.9 \text{ m/s}$
 $K_{E \text{ inicial}} = \frac{1}{2} (1500 \text{ kg}) (13.9 \text{ m/s})^2 = 144908 \text{ Joules}$
 $K_{E \text{ final}} = 0$
 $\Rightarrow F_{\text{media}} = \frac{-\frac{1}{2} m v^2}{d}$
 $\Rightarrow F_{\text{media}} = \frac{144908}{0.305} = 475418 \text{ N}$
 $48,5 \text{ toneladas!}$

Figura 13. Choque de carro.
Fuente: propia

Conservación del movimiento lineal

En física, el término conservación como lo establece (Pérez, 2015, pág. 49) lo refiere a algo que no cambia. Esto significa que la variable en una ecuación que representa una cantidad conservativa es constante en el tiempo. Tiene el mismo valor antes y después de un evento.

Hay muchas cantidades conservativas en física. A menudo son muy útiles para hacer predicciones en lo que de lo contrario serían situaciones muy complicadas. En mecánica, hay tres cantidades fundamentales que se conservan. Estas son el momento, la energía y el momento angular. La conservación del momento se usa más para describir colisiones entre objetos.

Así como con otros principios de conservación, hay un truco: la conservación del momento solo se aplica a sistemas aislados de objetos. En este caso, un sistema aislado es uno sobre el cual no actúan fuerzas externas al sistema. Es decir, no hay un impulso externo. En el ejemplo práctico de la colisión de dos objetos, esto significa que necesitamos incluir los dos objetos y cualquier otra cosa que le aplique una fuerza a cualquiera de los objetos durante cualquier cantidad de tiempo en el sistema.

¿Por qué se conserva el momento?

La conservación del momento en realidad es una consecuencia directa de la tercera ley de Newton.

¿Qué tipo de problemas podemos resolver al usar la conservación del momento?

Un ejemplo de este tema es el siguiente: es probable que el retroceso de un cañón sea familiar para cualquier persona que haya visto una película de piratas. Este es un problema clásico de la conservación del momento. Considera un cañón con ruedas de 500 kg que dispara una bala de 2 kg de manera horizontal desde un barco. La bala sale del cañón a 200 m/s. ¿Con qué rapidez retrocede el cañón como resultado del disparo?

En este caso $p_c + p_b = 0$ en todo momento
El total de movimiento es horizontal

$$\Rightarrow m_c \cdot v_c + m_b \cdot v_b = 0$$

$$\Rightarrow \frac{m_b \cdot v_b}{m_c} = -v_c$$

$$\frac{2 \text{ kg} \cdot 200 \text{ m/s}}{500 \text{ kg}} = -0,8 \text{ m/s} = v_c$$

Colisiones elásticas en una dimensión

En una colisión o choque intervienen dos objetos que ejercen fuerzas



mutuamente. Cuando los objetos están muy cerca entre sí o entran en contacto, interaccionan fuertemente durante un breve intervalo de tiempo. En el caso general de colisión en una dimensión entre dos masas, uno no puede anticipar cuanta energía cinética se va a perder en la colisión. De esta manera, las velocidades de las dos masas después de la colisión, no están determinadas por sus velocidades antes de la colisión. Sin embargo, la conservación del momento debe satisfacerse, de modo que, si se especifica la velocidad de una de las partículas después de la colisión, entonces la otra se puede determinar.

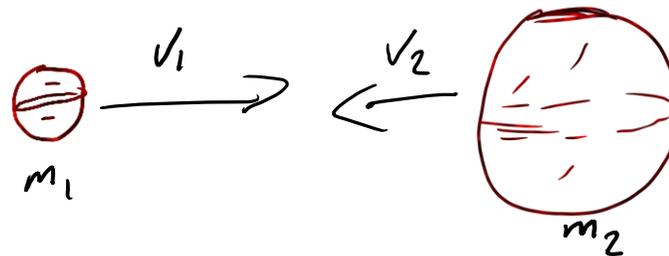


Figura 14. Colisiones entre dos objetos.
Fuente: propia.

El retroceso de la maquina lanzadora de pelotas

Pedro Zalazar un jugador profesional del béisbol de las grandes ligas utiliza una maquina lanzadora para ayudarse a mejorar su promedio de bateo. Coloca la maquina de 50 kg. Sobre un estanque congelado, como se puede ver en la figura. La maquina dispara horizontalmente una bola de béisbol de 0,15 kg. Con una velocidad de 36i m/seg. Cual es la velocidad de retroceso de la maquina.

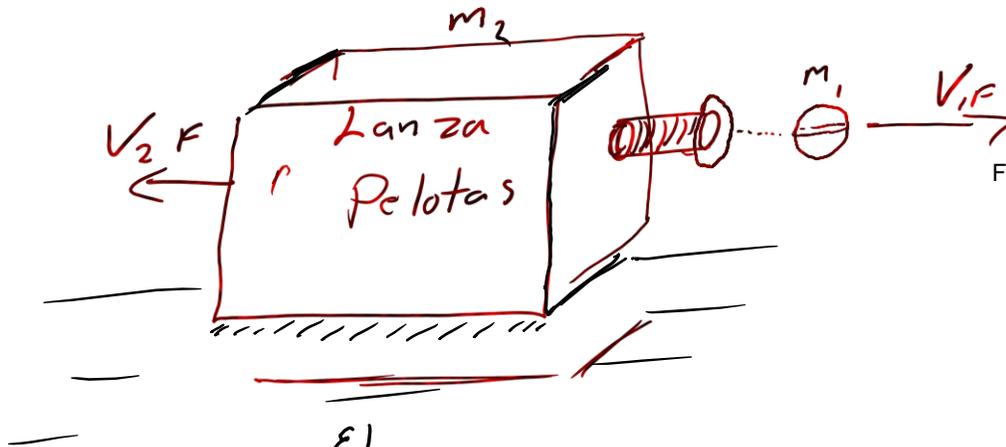


Figura 15. Lanzadora de pelotas.
Fuente: propia.

El momento total del lanzamiento es cero.

Data \Rightarrow $m_1 = 0,15 \text{ Kg.}$ $m_2 = 50 \text{ Kg}$
 $v_{1F} = 30 \text{ i m/seg}$ $v_{2F} = ?$

El momento total despues del lanzamiento es cero

$$m_1 \cdot v_{1F} + m_2 \cdot v_{2i} = 0$$

$$\Rightarrow 0,15 \cdot 36 + 50 \cdot v_{2i} = 0$$

$$5,4 + 50 v_{2i} = 0$$

$$50 v_{2i} = -5,4$$

$$v_{2i} = -0,108 \frac{v_{2i} = -5,4}{50} \text{ m/seg}$$

El signo negativo significa que la máquina lanzadora se mueve hacia la izquierda.

Colisiones elásticas en dos o más dimensiones

Lo establece en la obra de (Rex, 2011, pág. 125) que, si dos objetos chocan de frente, pueden rebotar y moverse a lo largo de la misma dirección en la

que venían (es decir, una sola dimensión). Sin embargo, si dos objetos chocan de refilón, se van a mover en dos dimensiones después del choque (como el choque de dos bolas de billar).

Para un choque en donde los objetos se estén moviendo en dos dimensiones (es decir, x y y), el momento se conservará en cada dirección (siempre y cuando no haya un impulso externo en esa dirección).

Seleccionar un sistema de coordenadas. Si muchas de las fuerzas y velocidades caen a lo largo de una dirección en particular, es recomendable usar esta dirección como nuestro eje x o y para simplificar los cálculos, incluso si eso hace que tus ejes no sean paralelos a la página en tu diagrama. Identificar todas las fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuerpos en el sistema. Asegúrate de contabilizar todos los impulsos, o de que entiendas en dónde pueden ser despreciados los impulsos externos.

En el texto de (Días-Solorzano, 2020, pág. 125) establece que la conservación del momento solo aplica en casos en los que no haya impulsos externos.

Sin embargo, la conservación del momento puede aplicarse de manera separada a las componentes horizontal y vertical. Algunas veces es posible despreciar un impulso externo si no está en la dirección de interés.

Escribir las ecuaciones para igualar el momento del sistema antes y después del choque. Se pueden escribir ecuaciones separadas para el momento en las direcciones x y y .

Resolver las ecuaciones resultantes para determinar una expresión para la(s) variable(s) que necesitas.

Sustituye los números que conoces para encontrar el valor final. Si esto requiere sumar vectores, a menudo es útil hacerlo de manera gráfica. Se puede dibujar un diagrama de vectores y usar el método de sumar vectores de cabeza a cola. Después se puede usar trigonometría para encontrar la magnitud y dirección de todos los vectores que necesitas conocer.

Colisiones totalmente inelásticas

Según (Slisko, 2016, pág. 145) explica que los choques elásticos se producen cuando dos objetos chocan y rebotan entre sí sin ningún cambio en sus formas. Los choques de las bolas de billar o los choques entre partículas subatómicas son un buen ejemplo de colisiones elásticas. En los choques elásticos se conservan tanto la cantidad de movimiento como la energía cinética.

Por lo cual también define que, en los choques inelásticos, uno o los dos objetos que chocan se deforman durante la colisión. En estos choques la cantidad de movimiento se conserva, pero la energía cinética no se conserva ya que parte de ella se transforma en otro tipo de energía en el proceso de deformación de los cuerpos, un ejemplo que se puede desarrollar es el choque de dos pelotas.

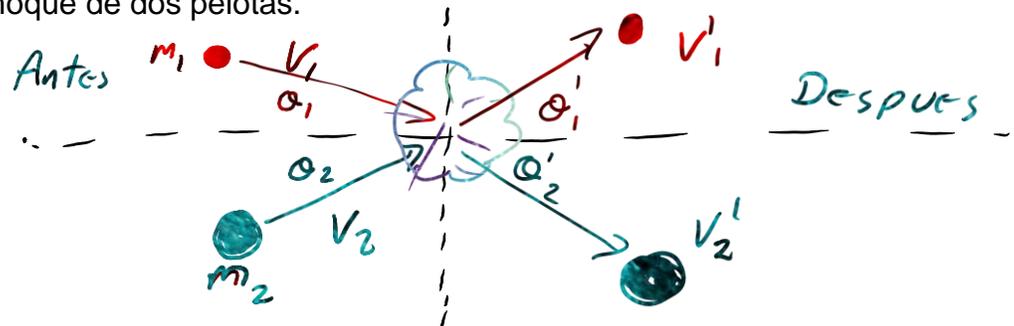


Figura 16. Colisiones inestables de dos pelotas.
Fuente: propia

En los choques totalmente inelásticos, los cuerpos que chocan se mueven tras la colisión con la misma velocidad de manera que parecen estar pegados y se comportan como un único cuerpo. Como lo indica también en su obra (Rex, 2011, pág. 135) que en este tipo de choques se conserva la cantidad de movimiento, pero toda la energía puesta en juego en el choque se transforma en calor o deformación y no se recupera para el movimiento. Si dos objetos chocan sin sufrir una deformación permanente y sin calentarse, se dice que el choque es elástico.

Seguro que has observado una jugada de billar en la que cuando chocan las bolas frontalmente si una de las bolas está en reposo, tras la colisión la que lanzas queda en reposo y la otra se mueve con una velocidad igual a la primera.

Bibliografía

- Bueche, F. J. (2009). *Física General. Décima edición*. México D.F: McGraw-Hill Companies.
- Días-Solorzano. (08 de 11 de 2020). <http://www.scielo.org.mx>. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v56n2/v56n2a5.pdf>:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v56n2/v56n2a5.pdf>
- Hellingman. (1992). *"Newton's third law revisited"*. USA: Phys. Educ. .
- Hibbeler, R. C. (2010). *Engineering Mechanics*. USA: Pearson Prentice Hall.
- Newton, I. (1999). *The Principia Mathematical Principles of Natural Philosophy*. University of California Press.: Berkeley: .
- Pérez, H. .. (03 de 11 de 2015). *Ebookcentral*. Obtenido de <https://ebookcentral-proquest-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/lib/biblioteca-fuaasp/reader.action?docID=4569671&query=F%C3%ADsica>
- Rex, A. F. (2011). *Fundamento de Física*. Madrid. España: PEARSON.
- Slisko, J. (03 de 11 de 2016). *Física I*. Obtenido de [Ebooks7-24.com.proxy.bidig.areandina.edu.co:2048/onlinepdfjs/view.aspx](http://www.ebooks7-24.com.proxy.bidig.areandina.edu.co:2048/onlinepdfjs/view.aspx): <http://www.ebooks7-24.com.proxy.bidig.areandina.edu.co:2048/onlinepdfjs/view.aspx>



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica