

8

8va Unidad

Impulso y Cantidad de Movimiento

8.1 Definición y Ejercicios.

Al combinar mentes creativas y corazones nobles se puede generar, desde el caos, Vida Vibrante y Valiosa.

Descripción



La cantidad de materia que tiene un cuerpo determina en el efecto de su movimiento en un sistema. No es lo mismo detener un carrito de 10Kg de masa que detener un carrito de 30Kg de masa y que tenga la misma velocidad que el anterior. La cantidad física que representa esa relación entre la masa y la velocidad es el objeto de estudio de este objetivo.

Conocimientos Previos Requeridos

Unidades, Vectores, Plano Cartesiano, Despeje, MRU, MRUV, Operaciones en los Reales .

Contenido

Definiciones de Cantidad de Movimiento, Impulso, Conservación de la Cantidad de Movimiento y Ejercicios.

Videos Disponibles

[IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Definiciones. Cantidad de Movimiento, Impulso, Conservación de la cantidad de movimiento](#)

[IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 1](#)

[IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 2](#)

[IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 3](#)

[IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 4](#)

[IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 5](#)

[IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 6](#)

Se sugiere la visualización de los videos por parte de los estudiantes previo al encuentro, de tal manera que sean el punto de partida para desarrollar una dinámica participativa, en la que se use eficientemente el tiempo para fortalecer el Lenguaje Matemático y desarrollar destreza en las operaciones. Poner al día esta información básica amerita por lo menos 2 encuentros, de manera que puedan desarrollarse prácticas guiadas con oportunidad de intercambiar y aclarar dudas.

Guiones Didácticos

▶ IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Definiciones. Cantidad de Movimiento, Impulso, Conservación de la Cantidad de Movimiento

Consideremos dos situaciones en la que debemos de tener cuerpos en movimiento:

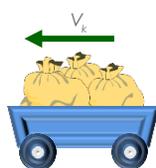


Primera. Que empujen hacia ti un carrito lleno de peluches.



Segunda. Que hacia ti un carrito lleno de sacos de harina.

Si ambos llegan a ti con la misma velocidad



¿cuál crees que te cueste mas detener?

La razón que determina la diferencia que hay en detener dos cuerpos que se mueven a la misma velocidad, pero que tienen distintas masas, esta representada en la definición de **Cantidad de Movimiento**, p .

Cantidad de Movimiento, se define como el **producto de la masa del cuerpo por la velocidad a la que se mueve.**

$$\vec{P} = m \cdot \vec{V}$$

Entonces a mayor masa mayor cantidad de movimiento y a mayor velocidad mayor cantidad de movimiento.

Nota: La masa es una cantidad escalar, es decir, una cantidad que no tiene dirección ni sentido, y la velocidad es una cantidad vectorial, entonces la cantidad de movimiento es una cantidad vectorial que tiene la misma dirección y sentido que la velocidad.

Cuando un agente externo cambia la velocidad de un cuerpo, cambia también su cantidad de movimiento. la variación de la cantidad de movimiento define al impulso, entonces

Impulso es la **variación de la cantidad de movimiento de un cuerpo**, y también se define como el producto de la fuerza que actúa sobre el cuerpo para modificar su movimiento por el intervalo de tiempo en el que actúa.

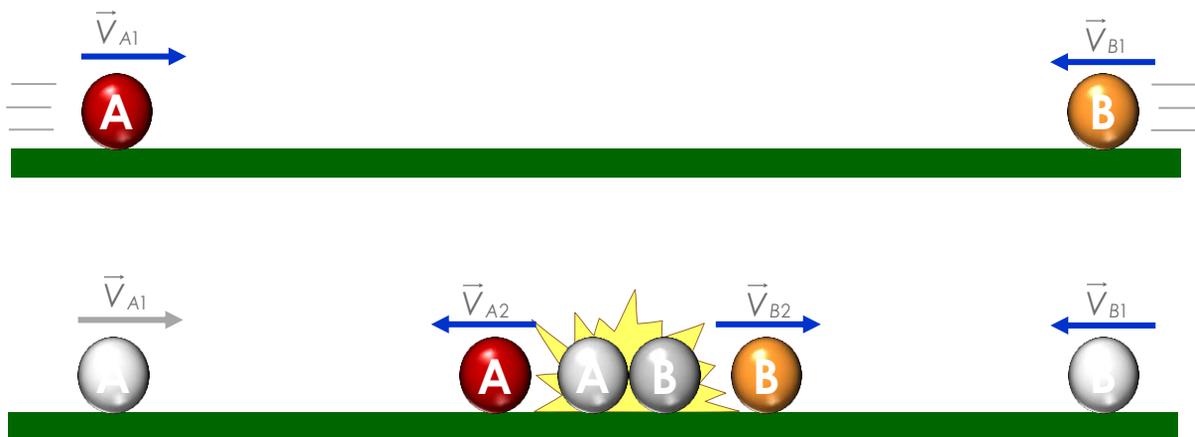


Impulso

$$\vec{J} = \Delta \vec{P}$$

$$\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Los choques son casos en los que ocurren cambios de movimientos entre uno o mas cuerpos, ya sea con la participación de agentes externos que generan impulso o no.



Cuando se trata de un sistema de cuerpos que chocan y ocurre un cambio en sus movimientos sin la participación de fuerzas externas se conserva la cantidad de movimiento de dicho sistema.

Ley de Conservación de la Cantidad de Movimiento. En un choque en el que no actúan fuerzas externas, **la cantidad de movimiento total antes del choque es igual a la cantidad de movimiento total después del choque.**

$$\Sigma \vec{P}_o = \Sigma \vec{P}_f$$



Cuando en la variación de la cantidad de movimiento de un sistema de cuerpos participa una fuerza externa entonces la variación de la cantidad de movimiento del sistema es igual al impulso aportado por la fuerza externa.

$$\Delta \vec{P}_o = \vec{J}_{F_r}$$

Resumen de las ecuaciones que definen impulso y cantidad de movimiento.

Cantidad de movimiento se define: $\vec{P} = m \cdot \vec{V}$

Ley de la conservación de la cantidad de movimiento: $\Sigma \vec{P}_o = \Sigma \vec{P}_f$

Nota: aplica para choques donde uno o mas cuerpos varían su cantidad de movimiento sin participación de fuerzas externas.

Impulso. se define como la variación de la cantidad de movimiento y también se define como el producto de la fuerza por el intervalo de tiempo en que actuó dicha fuerza.

$$\vec{J} = \Delta \vec{P} \qquad \vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

▶ IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 1

Un proyectil con una masa de 0,05kg y que se mueve con una velocidad de 400 m/s, penetra una profundidad de 0,1m en un bloque de madera que se haya sólidamente sujeto al suelo. Supóngase constante la fuerza desaceleradora. Calcula:

- la desaceleración experimentada por el proyectil,
- la fuerza desaceleradora,
- el tiempo de desaceleradora,
- el impulso del choque.

Compara la respuesta d con la cantidad del movimiento inicial del proyectil

Interpretación de Enunciados

$$m = 0,05 \text{ kg}$$

$$V = 400 \text{ m/s}$$



$$0,1 \text{ m}$$

Un proyectil con una masa de 0,05kg y que se mueve con una velocidad de 400 m/s, esto nos da la masa del proyectil y su rapidez.

$$m = 0,05 \text{ Kg}$$

$$V = 400 \text{ m/s}$$

Penetra una profundidad de 0,1m en un bloque de madera que se haya sólidamente sujeto al suelo. Esto nos indica que la velocidad final del proyectil es cero, y la distancia que penetró en el bloque que es recorrida antes de detenerse.

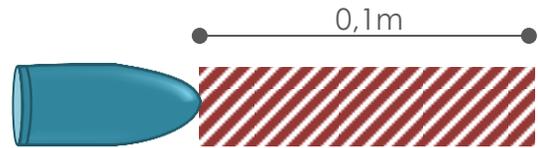
$$d = 0,1 \text{ m}$$

$$V_f = 0$$

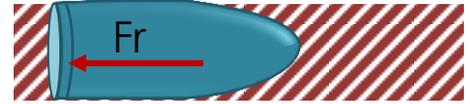
Supóngase constante la fuerza desaceleradora. Calcula: a) la desaceleración experimentada por el proyectil, b) la fuerza desaceleradora, c) el tiempo de desaceleración, d) el impulso del choque. Esto nos indica las incógnitas que debemos hallar.

- $a = ?$
- $f_r = ?$
- $t = ?$
- $I = ?$

El espacio de tiempo que debemos estudiar es el que transcurre, desde que la bala entra en contacto con el bloque hasta que se detiene



En ese trayecto la bala está sometida al roce con el bloque oponiéndose al movimiento, por ser la única fuerza externa que actúa sobre la bala.



Nota: La fuerza de roce es la responsable de producir la aceleración retardatriz que detiene la bala. Dicho de otra manera. **Horizontalmente solo la fuerza de roce actúa sobre la bala.**

La **segunda ley de Newton** dice, **la aceleración adquirida por el cuerpo es proporcional a la fuerza que actúa sobre él.**

En este caso la aceleración es proporcional a la fuerza de roce. Esta ley relaciona el cambio de movimiento, que es la aceleración, con la causa que es la fuerza.

Segunda Ley de Newton

$$F_r = m \cdot a$$

Con las ecuaciones de movimiento rectilíneo uniformemente retardado, podemos hallar la aceleración.

$$V_f = V_o - a \cdot t \quad V_f^2 = V_o^2 - 2ad \quad d = V_o t - \frac{1}{2}at^2$$

- Conocemos la velocidad que tiene al entrar en contacto con el bloque, V_o , como a partir de allí la velocidad disminuye hasta detenerse el proyectil esta es la velocidad inicial del intervalo del estudio.
- La velocidad final, V_f , es cero porque el proyectil se detiene y la distancia que recorre es 0,1m

$$V_f = V_o - a \cdot t$$

$$V_f^2 = V_o^2 - 2ad$$

$$d = V_o t - \frac{1}{2}at^2$$

Con la segunda ecuación de movimiento rectilíneo uniformemente retardado podemos hallar la aceleración, que es la única incógnita que presenta.

$$V_f^2 = V_o^2 - 2ad$$

Sustituimos los valores conocidos

$$0^2 = \left(400 \frac{m}{s}\right)^2 - 2a \cdot 0,1m$$

Despejamos la aceleración

$$400^2 \frac{m^2}{s^2} = 2a \cdot 0,1m$$

Simplificamos unidades y efectuamos los cálculos.

$$\frac{400^2 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 0,1m} = a$$

$$a = 800.000 \frac{m}{s^2}$$

Ahora con la aceleración y la primera formula podemos hallar el tiempo

Sustituimos los valores y despejamos el tiempo,

$$0 = 400 \frac{m}{s} - 800.000 \frac{m}{s^2} \cdot t$$

$$800.000 \frac{m}{s^2} \cdot t = 400 \frac{m}{s}$$

$$t = \frac{400 \frac{m}{s}}{800.000 \frac{m}{s^2}} \quad t = 0,0005s$$

Nota: Como era de esperarse el tiempo necesario para frenar es una muy pequeña fracción de segundo, recordemos que **se trata del tiempo que tarda una bala en detenerse dentro de un bloque.**

De aplicar la Segunda Ley de Newton sabemos que

Sustituimos los valores de m y a.

$$F_r = m \cdot a$$

$$F_r = 0,05Kg \cdot 800.000 \frac{m}{s^2}$$

$$F_r = 40.000Nw$$

Impulso es fuerza por intervalo de tiempo que actúa la fuerza.

$$I = F \cdot \Delta t$$

sustituimos los valores y efectuamos los cálculos

$$I = 40.000Nw \cdot 0,0005s$$

$$I = 20Kg \frac{m}{s}$$

Cantidad de movimiento inicial es masa por velocidad.

sustituimos los valores y efectuamos los cálculos

$$P_o = m \cdot V$$

$$P_o = 0,05Kg \cdot 400 \frac{m}{s}$$

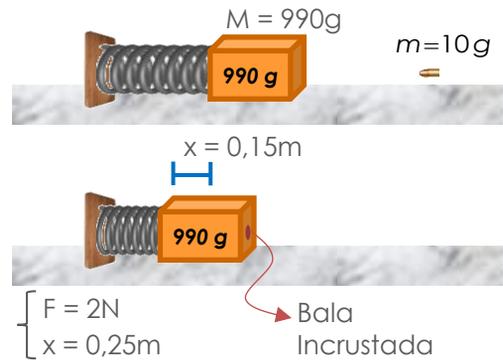
$$P_o = 20Kg \frac{m}{s}$$

Nota: La Cantidad de movimiento que tenia el proyectil antes de entrar en contacto con el bloque fue consumida totalmente en el choque.

▶ IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 2

Una bala de 10g se incrusta en un bloque de 990g que descansa sobre una superficie horizontal sin fricción, sujeto a un resorte, tal como se ve en la figura.

El impacto comprime el resorte 15cm. Del resorte sabemos que una fuerza de 2N produce una compresión de 0.25 cm.



Nota: A excepción de la unidad de la fuerza, todas las unidades están en sistema cgs. Pasaremos la fuerza a dinas, para tener todo en el mismo sistema.

1 newton es equivalente a 10.000dinas, entonces
2 newton son 20.000dinas.

$$1\text{ N} \rightarrow 10.000\text{dinas}$$

$$F = 2\text{ N} \rightarrow F = 20.000\text{dinas}$$

Sabemos que la fuerza de un resorte es igual a la constante de elasticidad por la medida de la compresión que produce dicha fuerza. $F = k \cdot x$

sustituimos los valores y despejamos el valor de k.

$$20.000\text{dinas} = k \cdot 25\text{cm}$$

$$\frac{20.000\text{dinas}}{25\text{cm}} = k$$

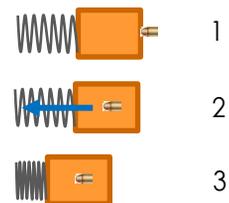
$$k = 80.000 \frac{\text{dinas}}{\text{cm}}$$

Momentos notables para el estudio de este caso

1ro. Inmediatamente antes de que la bala toque al bloque.

2do. Inmediatamente después del choque, cuando el conjunto masa bala empieza a comprimir el resorte

3ro. Cuando el resorte queda totalmente comprimido.



Del 1ro al 2do momento aplica Conservación de la Cantidad de Movimiento.

Porque hay dos cuerpos interactuando entre si, sin participación de fuerzas externas.

Entonces, **cantidad de movimiento total antes del choque es igual a la cantidad de movimiento total después del choque.**

$$\text{1er Momento} \rightarrow \text{2do Momento}$$

$$\vec{\Sigma P}_o = \vec{\Sigma P}_f$$

Antes del choque, la cantidad de movimiento del bloque es cero, $p_{Bo} = 0$, y la cantidad de movimiento inicial de la bala, p_{bo} , es masa de la bala por velocidad de la bala.

Después del choque ambos cuerpos se mueven juntos, así que la cantidad de movimiento se calcula como conjunto así, masa del bloque más masa de la bala por velocidad del conjunto

Partiendo de la igualdad de las cantidades de movimiento inicial y final.

Sustituimos los valores de las masas efectuamos la suma y despejamos la velocidad de la bala y obtenemos una ecuación con dos incógnitas, velocidad de la bala y velocidad del conjunto

$$p_{Bo} = 0 \quad p_{bo} = m \cdot V_b$$

$$p_c = (M + m) \cdot V_c$$

$$\Sigma \vec{P}_o = \Sigma \vec{P}_f$$

$$p_{Bo} + p_{bo} = p_c$$

$$0 + m \cdot V_b = (M + m) \cdot V_c$$

$$10g \cdot V_b = (990g + 10g) \cdot V_c$$

$$10g \cdot V_b = 1000g \cdot V_c$$

$$V_b = 100 \cdot V_c$$

Del 2do al 3er momento aplica Conservación de la Cantidad de la Energía.

Pues no hay fuerzas externas al sistema y toda la energía cinética del conjunto se transforma en energía potencial elástica del resorte.

$$E_{cc} = E_{pe}$$

Energía cinética del conjunto: $E_{cc} = \frac{1}{2}(M + m) \cdot V_c^2$

Energía potencial elástica: $E_{pe} = \frac{1}{2}k \cdot x^2$

$$\frac{1}{2}(M + m) \cdot V_c^2 = \frac{1}{2}k \cdot x^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot 1000g \cdot V_c^2 = \frac{1}{2} 80.000 \frac{\text{dinas}}{\text{cm}} \cdot 15^2 \text{cm}^2$$

$$V_c = \sqrt{\frac{80.000 \frac{\text{dinas}}{\text{cm}} \cdot 225 \text{cm}^2}{1000g}}$$

Efectuamos los cálculos y obtenemos V_c .

$$V_c = 134,16 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

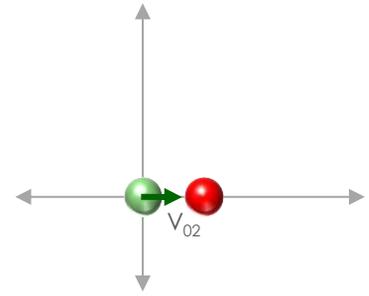
Sustituimos V_c en la igualdad obtenida $V_b = 100 \cdot V_c$

$$V_b = 13.416 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

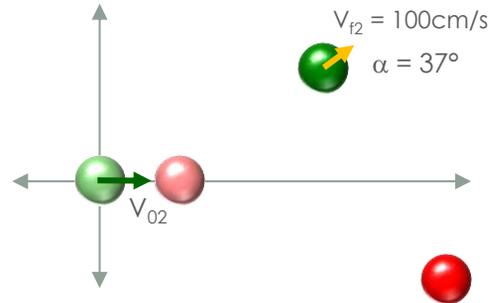
▶ IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 3

Un cuerpo de masa 600g, que se encuentra en reposo, es golpeado por un segundo cuerpo de masa de 400g que se mueve con una velocidad de 125 cm/s a lo largo del eje X y hacia la derecha.

-  → $m_1 = 600 \text{ g}$ $V_{01} = 0$
-  → $m_2 = 400 \text{ g}$ $V_{02} = 125 \text{ m/s}$



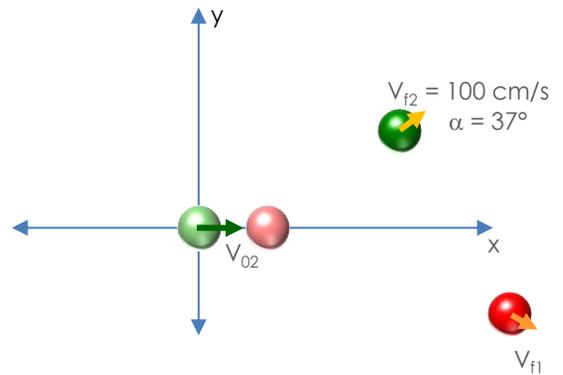
Después del impacto el bloque de 400g tiene una velocidad de 100 cm/s, que forma un ángulo de 37° en el primer cuadrante con el eje X. Ambos cuerpos se mueven sobre una superficie horizontal sin rozamiento.

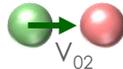


a) ¿Cuáles son la magnitud y la dirección de la velocidad del bloque de 600g después del choque?

- a) $V_{f1} = ?$
- $\alpha = ?$

Nota: Como el movimiento se está desarrollando en dos dimensiones, es decir, en una superficie plana, no en una línea recta, debemos estudiar el cambio de movimiento del sistema respecto a la dirección horizontal y respecto a la dirección vertical, esto es, respecto al eje X y al eje Y respectivamente.



Cantidad de movimiento antes del choque 

La cantidad del movimiento del sistema antes del choque es la suma de la cantidad de movimiento de la masa 1 más la cantidad de movimiento de la masa 2, debemos hallar estos valores respecto a x y respecto a y.

$$p_0 = p_{01} + p_{02} \quad \longrightarrow \quad p_{0x} = p_{01x} + p_{02x} \quad p_{0y} = p_{01y} + p_{02y}$$

m_1 está en reposo, por lo tanto su velocidad es cero y su cantidad de movimiento también.

m_2 se mueve en solo en la dirección del eje x, entonces su cantidad de movimiento es el producto de la masa por la velocidad

$$\left. \begin{aligned} p_{01x} = p_{01y} = 0 \\ p_{02x} = m \cdot V_{02} \\ p_{02y} = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} p_{0x} &= \cancel{p_{01x}} + p_{02x} \\ p_{0y} &= \cancel{p_{01y}} + \cancel{p_{02y}} = 0 \end{aligned}$$

Sustituimos el valor de m_2 y V_{02} , en la cantidad de movimiento en x inicial.

$$p_{0x} = 0 + m \cdot V_{02}$$

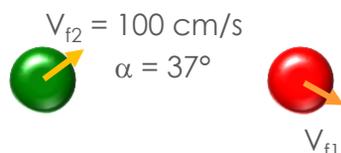
$$p_{0x} = 0 + 400g \cdot 125 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$p_{0x} = 50.000g \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

La cantidad de movimiento en y inicial es cero.

$$p_{0y} = 0$$

Cantidad de movimiento después del choque



$$V_{f2x} = 100 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \cos 37^\circ$$

$$V_{f2y} = 100 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \sin 37^\circ$$

La cantidad del movimiento del sistema después del choque es la suma de la cantidad de movimiento de la masa 1 más la cantidad de movimiento de la masa 2 debemos hallar estos valores respecto a x y respecto a y.

$$p_f = p_{f1} + p_{f2} \quad \longrightarrow \quad p_{fx} = p_{f1x} + p_{f2x} \quad p_{fy} = p_{f1y} + p_{f2y}$$

Las cantidades de movimiento finales de m_1 y m_2 para ambas componentes son:

$$p_{f1x} = m_1 \cdot V_{f1x} \quad p_{f1y} = m_1 \cdot V_{f1y} \quad p_{f2x} = m_2 \cdot V_{f2x} \quad p_{f2y} = m_2 \cdot V_{f2y}$$

Sustituyendo los valores de las masas, $V_{f2x} = 100 \text{cm/s} \cdot \cos 37^\circ$ y $V_{f2y} = 100 \text{cm/s} \cdot \sin 37^\circ$ en las cantidades de movimiento final, y dejando indicadas V_{f1x} y V_{f1y} , que desconocemos.

$$p_{f1x} = 600g \cdot V_{f1x} \quad p_{f2x} = 400g \cdot 100 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \cos 37^\circ$$

$$p_{f1y} = 600g \cdot V_{f1y} \quad p_{f2y} = 400g \cdot 100 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \sin 37^\circ$$

Sustituyendo las componentes de las cantidades de movimiento en las ecuaciones de cantidad de movimiento final.

$$p_{fx} = 600g \cdot V_{f1x} + 400g \cdot 100 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \cos 37^\circ$$

$$p_{fy} = 600g \cdot V_{f1y} + 400g \cdot 100 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \sin 37^\circ$$

Como no hay fuerzas externas actuando sobre las masas, la cantidad de movimiento se conserva, entonces **cantidad de movimiento inicial es igual a cantidad de movimiento final**. Lo que aplicamos a la componente en x y la componente en y.

$$\Sigma \vec{P}_{0x} = \Sigma \vec{P}_{fx} \quad 50.000g \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 600g \cdot V_{f1x} + 400g \cdot 100 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \cos 37^\circ$$

$$\Sigma \vec{P}_{0y} = \Sigma \vec{P}_{fy} \quad 0 = 600g \cdot V_{f1y} + 400g \cdot 100 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \sin 37^\circ$$

Despejamos las componentes V_{flx} y V_{fly} que son las únicas incógnitas

$$50.000g \cdot \frac{cm}{s} = 600g \cdot V_{flx} + 400g \cdot 100 \frac{cm}{s} \cdot \cos 37^\circ \quad V_{flx} = 30,1 \frac{cm}{s}$$

$$0 = 600g \cdot V_{flx} + 400g \cdot 100 \frac{cm}{s} \cdot \sin 37^\circ \quad V_{flx} = -40,12 \frac{cm}{s}$$

Aplicando la fórmula del módulo del vector velocidad obtenemos el valor de la velocidad final de m_1 y con ayuda de la tangente hallamos el ángulo que da la dirección.

$$V_{flx} = \sqrt{(V_{flx})^2 + (V_{fly})^2}$$

$$V_{f1} = 50,16 \frac{cm}{s}$$

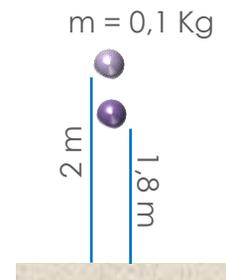
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{fly}}{V_{flx}}$$

$$\alpha = -53,12^\circ$$

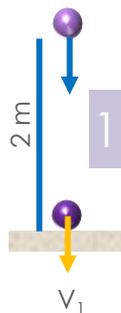
▶ IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 4

Una pelota de masa 0,1 Kg se suelta desde una altura de 2 m, y después de chocar con el suelo, rebota hasta una altura de 1,8 m.

Determinar la cantidad de movimiento justo un instante antes de llegar al suelo y el impulso recibido al chocar con el suelo.



Tenemos tres eventos que componen este caso, desde el punto de vista de leyes de conservación de energía y cantidad de movimiento:

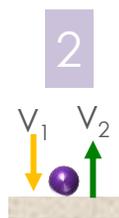


1ro. La caída de la pelota desde el punto inicial al suelo.

Ley de la Conservación de la Energía

$$E_p = E_c$$

Porque se transforma la energía potencial en cinética al descender

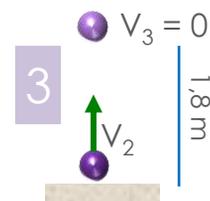


2do. El choque en sí. El breve instante en el que entra al choque con V_1 y sale de él con otra velocidad.

Impulso y Cantidad de Movimiento

$$J = P_f - P_0$$

porque cambia su velocidad por efecto del choque con el suelo



3ro. El ascenso del bloque hasta detenerse.

Ley de la Conservación de la Energía

$$E_c = E_p$$

Porque se transforma la energía cinética en potencial al ascender

Ley de la Conservación de la Energía $E_p = E_c$

Energía potencial es la masa de la pelota por la gravedad por la altura de la cual cae.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Energía cinética es un medio de la masa de la pelota por la velocidad con la que llega al suelo al cuadrado.

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot V_1^2$$

Igualamos

$$m \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} m \cdot V_1^2$$

simplificamos la masa que es un factor común a ambos lados de la igualdad, y despejamos V_1 .

$$g \cdot h_1 = \frac{1}{2} V_1^2 \quad V_1 = \sqrt{2gh_1}$$

Sustituimos gravedad y altura

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 2m}$$

$$V_1 = 6,26 \frac{m}{s}$$

Impulso y Cantidad de Movimiento $J = p_f - p_0$

Cantidad de movimiento antes del choque es masa de la pelota por V_1 .

$$p_0 = m \cdot V_1$$

$$p_0 = 0,626 \text{Kg} \frac{m}{s}$$

Cantidad de movimiento después del choque es masa de la pelota por V_2 .

$$p_f = \frac{1}{2} m \cdot V_2$$

$$p_f = 0,594 \text{Kg} \frac{m}{s}$$

El Impulso recibido al chocar con el suelo

$$J = p_f - p_0$$

$$J = 0,32 \text{Kg} \frac{m}{s}$$

Ley de la Conservación de la Energía $E_p = E_c$

Energía cinética es un medio de la masa de la pelota por la velocidad con la que parte del suelo al cuadrado.

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot V_2^2$$

Energía potencial es la masa de la pelota por la gravedad por la altura a la cual llega

$$E_p = m \cdot g \cdot h_2$$

Igualamos

$$m \cdot g \cdot h_2 = \frac{1}{2} m \cdot V_2^2$$

simplificamos la masa que es un factor común a ambos lados de la igualdad, y despejamos V_2 .

$$g \cdot h_2 = \frac{1}{2} V_2^2 \quad V_2 = \sqrt{2gh_2}$$

Sustituimos gravedad y altura

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 1,8m}$$

$$V_2 = 8,94 \frac{m}{s}$$

▶ IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 5

Un tanque de guerra de 3000 Kg, se mueve con una velocidad de 10 m/s. Lanza una granada de 10 Kg con una velocidad de 600 m/s en la misma dirección de su movimiento. ¿Cuál es la nueva velocidad del tanque?



 $M = 3000 \text{ Kg}$
 $V_t = 10 \text{ m/s}$
 $m = 10 \text{ Kg}$
 $V_g = 600 \text{ m/s}$

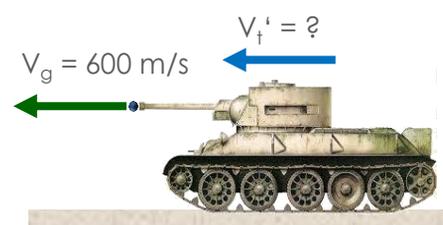
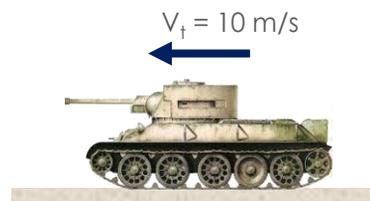
¿Cuál es la nueva velocidad del tanque?

Este caso está compuesto de dos momentos:

Antes del lanzamiento sólo se tiene velocidad del tanque.

Nota: es importante considerar que a pesar de que la granada forma parte del tanque al inicio, su masa es tan pequeña respecto a la del tanque que suele despreciarse la cantidad de movimiento que aporta antes del lanzamiento, por eso se asume como cero la cantidad de movimiento de la granada antes del lanzamiento

Instante justo luego del lanzamiento, tanque y granada tienen velocidades diferentes, por lo tanto cantidades de movimiento diferentes.



Como en esta situación no intervienen agentes externos al tanque, la cantidad de movimiento antes y después se conserva.

$$p_0 = p_f$$

Cantidad de movimiento inicial del tanque más cantidad de movimiento inicial de la granada es igual a cantidad de movimiento final del tanque más cantidad de movimiento final de la granada.

$$p_{g0} + p_{t0} = p_{gf} + p_{tf}$$

Cantidad de movimiento inicial de la granada es cero, $p_{g0} = 0$

$$p_{t0} = p_{gf} + p_{tf}$$

$$M \cdot V_{t0} = m \cdot V_{gf} + M \cdot V_{tf}$$

Sustituimos los valores conocidos y nos queda una sola incógnita, V_{ff} .

Efectuamos los productos indicados

Despejamos velocidad final del tanque

Efectuamos los cálculos

$$M \cdot V_{i0} = m \cdot V_{gf} + M \cdot V_{ff}$$

$$3000\text{Kg} \cdot 10\text{m/s} = 10\text{Kg} \cdot 600\text{m/s} + 3000\text{Kg} \cdot V_{ff}$$

$$30.000\text{Kg m/s} = 6.000\text{Kg m/s} + 3000\text{Kg} \cdot V_{ff}$$

$$V_{ff} = \frac{30.000\text{Kg m/s} - 6.000\text{Kg m/s}}{3000\text{Kg}}$$

$$V_{ff} = 8\text{m/s}$$

Como puedes observar la velocidad del tanque disminuyó, de 10m/s a 8m/s, con el lanzamiento de la granada. Esto ocurre porque parte de su cantidad de movimiento fue usada para impulsar la salida de la granada.

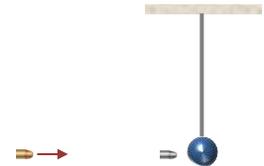
Nota: quien va dentro del tanque experimenta frenazo, que físicamente se evidencia con la disminución de la velocidad. Lo mismo ocurre cuando se realiza un disparo con un arma de fuego, se experimenta un retroceso a la posición estable en la que uno se encuentre.

▶ IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Ejercicio 6

Una bala de 10g se mueve hacia un péndulo de 800g que se encuentra en reposo. Si la bala queda empotrada en el péndulo y el sistema péndulo-bala sube hasta una altura de 45cm, encuentre la velocidad de la bala antes de entrar al péndulo.

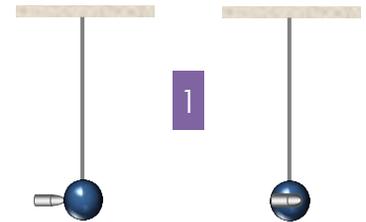
$$m = 10\text{g} \quad V_{1b} = ?$$

$$M = 800\text{g} \\ V_p = 0\text{m/s}$$



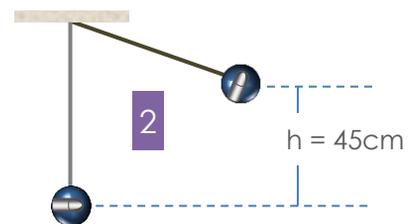
Etapas del Evento

Choque. Es decir, desde el instante justo antes de la bala entrar al péndulo hasta el instante justo luego que la bala entra en el péndulo.



Ley de la Conservación de la Cantidad de Movimiento. Aplica porque ocurre una transferencia de cantidad de movimiento

Ascenso del Sistema Péndulo-Bala. Se transforma la energía cinética en energía potencial. Va desde el momento justo en que la bala queda empotrada en el péndulo y el sistema péndulo bala sale con una velocidad V , hasta que el sistema alcanza la altura de 45cm respecto al nivel de referencia deteniéndose.



Ley de la Conservación de la Energía. Aplica porque se trata de un sistema en el que se pierde velocidad a medida que se gana altura.

Choque

Tenemos cantidad de movimiento inicial de la bala más cantidad de movimiento inicial del péndulo igual a cantidad de movimiento del sistema péndulo-bala.

$$p_{b0} + p_{p0} = p_{pb}$$

Cantidad de movimiento inicial de la bala es masa de la bala por V_1 .

$$p_{b0} = m_b \cdot V_1$$

Cantidad de movimiento inicial del Péndulo es cero, porque antes del choque se encuentra en reposo.

$$p_{p0} = 0$$

Cantidad de movimiento del Sistema Péndulo-Bala es la suma de las masas de la bala y del péndulo por la velocidad, V , del sistema después del choque.

$$p_{b0} = (m_b + m_p)V$$

Sustituimos cada cantidad de movimiento en la igualdad

$$m_b \cdot V_1 + 0 = (m_b + m_p)V$$

Sustituimos el valor de las masas, efectuamos la suma y despejamos velocidad V_1 , que es con la que la bala impacta al péndulo

$$10g \cdot V_1 = (10g + 800g)V$$

$$10g \cdot V_1 = 810g \cdot V$$

$$V_1 = 81 \cdot V$$

Ascenso del Sistema Péndulo-Bala

Energía cinética del sistema luego del impacto es igual a la energía potencial del sistema en el punto mas alto que alcanza.

$$E_c = E_p$$

Energía cinética es un medio de la masa del sistema por velocidad V al cuadrado.

$$E_c = \frac{1}{2}(m_b + m_p) \cdot V^2$$

Energía potencial es masa del sistema por gravedad por la altura

$$E_p = (m_b + m_p) \cdot g \cdot h$$

Sustituimos en la igualdad de energías

$$\frac{1}{2}(m_b + m_p) \cdot V^2 = (m_b + m_p) \cdot g \cdot h$$

Simplificamos la masa del sistema, que es un factor común en ambos lados de la igualdad.

$$\frac{1}{2}V^2 = g \cdot h$$

Despejamos la velocidad V

$$V = \sqrt{2gh}$$

Sustituimos los valores conocidos. Pasamos la gravedad a sistema cgs, $g = 980\text{cm/s}^2$

$$V = \sqrt{2 \cdot 980 \text{ cm/s}^2 \cdot 45 \text{ cm}}$$

$$V = 297 \text{ cm/s}$$

$$V_1 = 81 \cdot V$$

$$V_1 = 81 \cdot 297 \text{ cm/s}$$

$$V = 24.057 \text{ cm/s}$$

Emparejando el Lenguaje

Cantidad de Movimiento. Se define como el producto de la masa del cuerpo por la velocidad que se mueve, entonces a mayor masa mayor cantidad de movimiento y a mayor velocidad mayor cantidad de movimiento.

Masa. Es una cantidad escalar, es decir, una cantidad que no tiene dirección ni sentido, y la velocidad es una cantidad vectorial, entonces la cantidad de movimiento es una cantidad vectorial que tiene la misma dirección y sentido que la velocidad.

Los choques. Son casos en los que ocurren cambios de movimientos entre uno o más cuerpos, ya sea con la participación de agentes externos que generan impulso o no.

Impulso, se define como la variación de la cantidad de movimiento y también se define como el producto de la fuerza por el intervalo de tiempo en que actuó dicha fuerza.