UNIDAD III

LEYES DE CONSERVACION

UNIDAD III

OBJETIVOS PARTICULARES

LEYES DE CONSERVACION

Al término de la unidad, el alumno: - Aplicará las leyes de conservación de la cantidad de movimiento y de la --- energía, en la solución de problemas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

El alumno:

- Definirá cantidad de movimiento e impulso y sus unidades.
- Enunciará la ley de conservación de la energía.
- Expresará ejemplos que muestren la validez de la ley de la conservación de la energía.
- Enunciará la ley de la conservación de la cantidad de movimiento.
- Utilizará las leyes de la conservación de la energía y de la conservación de la cantidad de movimiento en la resolución de problemas en una sola dimensión.

UNIDAD III

LEYES DE CONSERVACION

CANTIDAD DE MOVIMIENTO Y ENERGIA

3-1 INTRODUCCION:- Al principio de la unidad anterior, se dió una definición de la energía y al término de la misma unidad se mostró, gráfica y analíticamente la conservación de de la energía mecánica: Potencial y Cinética, en ausencia de fuerzas disipativas o no conservativas. También se aclaró que la energía en general así como el trabajo, son escalares, de ahí la facilidad de su manejo.

Ahora, en la presente unidad, trataremos sobre la conservación de la energía Cinética en especial y que actuará como un auxiliar en la solución de problemas de una nueva cantidad física: La cantidad de movimiento lineal y su conservación. Si la energía cinética es un escalar, la cantidad de movimiento lineal es vectorial y quedará perfectamente expresada al conocer su magnitud, dirección y sentido como todo vector.

La conservación de la cantidad de movimiento

lineal, tiene una gran aplicación en fenó---
menos tales como: Los disparos de armas de fuego, choques o impactos, desintegraciones nucleares, explosiones, etc.

3-2 IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL: Los términos: Impulso y cambio en la cantidad de movimiento son inseparables, es decir, si -- hay impulso habrá cambio en la cantidad de movimiento o viceversa.

Antes de continuar, conviene que de una vez por todas, expresemos matemáticamente de donde se obtienen los conceptos ya mencionados de impulso y cambio en la cantidad de movi-- miento lineal.

Si partimos de que: $\bar{F} = ma$ y de que:

$a = \frac{Vf - Vi}{\Delta t}$, entonces; $\bar{F} = m \frac{Vf - Vi}{\Delta t}$

o bién: $\bar{F} \Delta t = m (Vf - Vi)$ y finalmente:

$$\bar{F} \Delta t = mVf - mVi \quad \text{........ 3-2-1}$$

Siendo: $\bar{F}$ = Fuerza media que obró durante un intervalo de tiempo Δ t, relativamente cor-- to, entre dos cuerpos durante un evento o suceso determinado, por ejemplo: Durante un impacto o choque entre dichos cuerpos.

m, es la masa de uno de los cuerpos que participó durante el evento o suceso.

V_f, es la velocidad final o la velocidad después del evento.

V_i, es la velocidad inicial o velocidad an-- tes del evento.

En general, al producto mV, se le llama: Cantidad de movimiento lineal de la masa m, y se representa con la letra P., entonces:
P = mV.

Por lo tanto, la ecuación 3-2-1, se puede expresar también así:

$$\bar{F} \Delta t = Pf - Pi \quad \text{...... 3-2-2}$$

En cualesquiera de las dos ecuaciones ante-- riores, al producto: $\bar{F} \Delta t$, se le conoce con el nombre de impulso y se define como: El -- cambio en la cantidad de movimiento: $P_f - P_i = \Delta P$.

Las unidades del impulso y dela cantidad de movimiento lineal son las mismas, por ejemplo, en el sistema M.K.S.

Para el impulso: $\bar{F} \Delta t$ = Nt - seg.

Para la cantidad de movimiento lineal:

$$mV = Kg\ \frac{M}{seg.}$$

Aparentemente no son iguales, pero que tal, si al Newton lo descomponemos en sus unidades elementales o sea:

$$Nt - seg. = Kg\ \frac{M}{seg^2}\ seg = Kg\ \frac{M}{seg.}$$

Verdad que ahora si son idénticos, por eso, desde un principio se dijo, que eran iguales.

3-3 SECCION DE PROBLEMAS RESUELTOS.

1.- Con un taco se le pega a una bola de billar ejerciendo una fuerza media de 50 N, durante un tiempo de 10 milisegundos.

Si la bola tiene una masa de 0.20 Kg. ¿Qué velocidad tiene después del choque?.

SOLUCION:- Como $\overline{F}\ \ t = mVf - mVi$
y Vi = 0, pues la bola de billar estaba inicialmente en reposo, antes de que el taco le pegara, entonces: $\overline{F}\Delta t = mVf$

o bién: $V_f = \frac{\overline{F}\Delta t}{m} = \frac{50 \times 10 \times 10^{-3}}{0.20}$

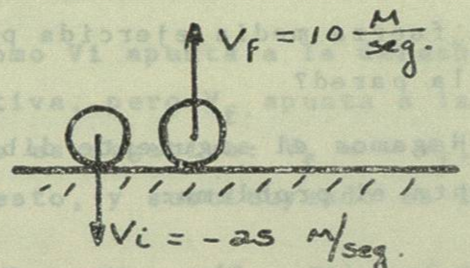
$V_f = 2.5\ \frac{M}{seg.}$

2.- Una pelota de 10 Kg cae verticalmente sobre el piso con una velocidad de 25 M/seg. Rebota con una velocidad inicial de 10 M/seg.

(a) ¿Qué impulso obra sobre la pelota durante el contacto?

(b) Si la pelota está en contacto con el suelo durante .020 seg. ¿Cuál es la fuerza media ejercida sobre el piso?.

SOLUCIONES:- (a) Para comprender y resolver este problema, será necesario hacer el siguiente dibujo:



Y como: $\overline{F}\Delta t = mV_f - mVi = m\,(V_f - V_i)$

o bién: $\overline{F}\Delta t = 10\left[10 - (-25)\right] = 350$ Nt - seg.

NOTA: En el dibujo, Vi es negativa porque la pelota cae y como todo vector que apunta hacia abajo es negativo, por eso la velocidad inicial resultó negativa.

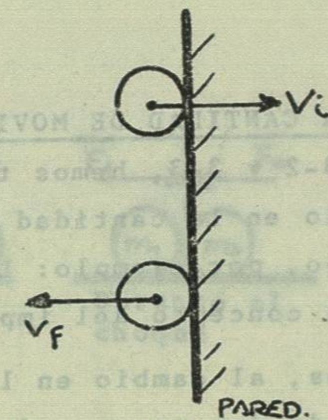
(b) Partiendo del resultado del inciso anterior ya que el impulso de la pelota fué de 350 Nt - seg., entonces: $\overline{F}\Delta t = 350$, despejando $\overline{F}$,

$$\overline{F} = \frac{350}{\Delta t} = \frac{350}{0.020} = 17{,}500 \text{ Nt}$$

3.- Una pelota de masa m, y velocidad V, pega perpendicularmente contra una pared y rebota sin disminuir su velocidad. Si el tiempo que dura el choque es t,

¿Cuál es la fuerza media ejercida por la pelota sobre la pared?

SOLUCION:- Hagamos el siguiente dibujo que nos representa el problema:



Se dice que Vi = V_f en valores absolutos (sin tomar en cuenta sus signos) ya que la pelota rebota con la misma velocidad son que llegó.

Ahora como Vi apunta a la derecha, entonces es positiva, pero V_f apunta a la izquierda, entonces es negativa: $V_f = -V_i$, tomando en cuenta esto, y sustituyendo en la ecuación:

$$\overline{F}\Delta t = mV_f - mVi = m(V_f - Vi) = m(-V_i - V_i)$$

$\overline{F}\Delta t = -2mVi$, pero: Vi = V y $\Delta t = t$

entonces: $\overline{F}t = -2\,mV$ y despejando $\overline{F}$

$$\overline{F} = \frac{-2mV}{t}$$

3-4 CONSERVACION DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO:

En las secciones 3-2 y 3-3, hemos tocado el concepto del cambio en la cantidad de movimiento de un cuerpo, por ejemplo: La pelota, relacionado con el concepto del impulso.

Ahora nos referimos, al cambio en la cantidad de movimiento de dos cuerpos durante el evento más común: Los choques, y a partir de los resultados obtenidos, los generalizaremos a otros eventos, como se verá más adelante.

Consideramos el choque de frente de dos masas m_1 y m_2 que se ilustran en la figura 3-4-1.

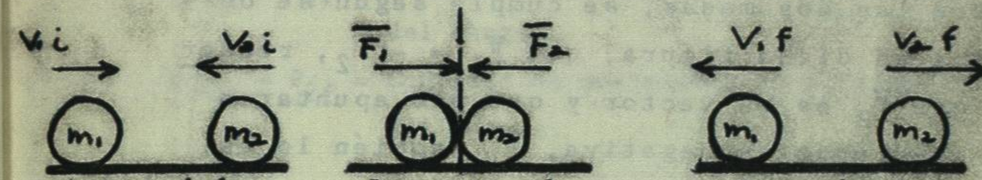


FIGURA 3-4-1

Representemos sus velocidades antes del impacto por V_1i y V_2i y después del impacto por V_1f y V_2f. El impulso de la fuerza $\overline{F}_1$, que actúa sobre la masa m_2 es:

$$\overline{F}_1 \Delta t = m_1V_{1f} - m_1V_1i = \Delta P_1$$

ΔP_1 representa el cambio en la cantidad de movimiento de la masa m_1.

De igual forma, el impulso de la fuerza $-\overline{F}_2$ sobre la masa m_1 es:

$$\overline{F}_2 \Delta t = m_2V_2f - m_2V_2i = \Delta P_2$$

ΔP_2, representa el cambio en la cantidad de movimiento de la masa m_2.

Durante el tiempo Δt, que duró el contacto entre las dos masas, se cumple según se observa en dicha figura, que $\overline{F}_1 = -\overline{F}_2$, recuerda que $\overline{F}_2$ es un vector y que por apuntar a la izquierda es negativa, $\overline{F}_1$ también lo es, pero es positiva por apuntar a la derecha.

Por lo tanto: $\overline{F}_1 \Delta t = -\overline{F}_2 \Delta t$, o bién,

$$m_1V_{1f} - m_1V_{1i} = -(m_2V_{2f} - m_2V_2i)$$

y ordenando términos, llegamos a:

$$m_1V_1i + m_2V_2i = m_1V_{1f} + m_2V_2f \quad \ldots\ldots \ 3\text{-}4\text{-}1$$

Esta ecuación representa la Ley de la Conservación de la cantidad de movimiento lineal y establece lo siguiente: La cantidad de movimiento total, antes de un evento, es igual a la cantidad de movimiento total, después del evento.

$m_1V_{1i} = P_{1i}$ = Cantidad de movimiento de m_1 antes del choque.

$m_2V_{2i} = P_{2_i}$ = Cantidad de movimiento de m_2 antes del choque.

$m_1V_{1f} = P_{1f}$ = Cantidad de movimiento de m_1 después del choque.

$m_2V_{2f} = P_{2f}$ = Cantidad de movimiento de m_2 después del choque.

La ecuación 3-4-1, también se puede escribir así:

$$P_{1i} + P_{2i} = P_{1f} + P_{2f}$$

3-5 SECCION DE PROBLEMAS RESUELTOS:

1.- Un proyectil de 10 grs. lleva una velocidad de 500 $\frac{M}{seg}$ y después de atravesar una delgada lámina su velocidad es de 50 $\frac{M}{seg}$. Calcular (a) su cantidad de movimiento inicial (b) Su cantidad de movimiento final (c) Su cambio en la cantidad de movimiento y (d) La pérdida de su energía cinética.

SOLUCIONES:=

(a) Como $P_i = mV_i$, y sustituyendo tenemos: $P_i = 0.010 \times 500 = 5$ Kg. - $\frac{M}{seg}$

(b) Como $P_f = mV_f$, y sustituyendo:

tenemos: $P_f = 0.010 \times 50 = 0.5$ Kg. - $\frac{M}{seg}$

(c) Como $\Delta P = P_f - P_i = 0.5 - 5 = -4.5$ Kg $\frac{M}{seg}$

El signo negativo indica que el proyectil perdió cantidad de movimiento. Esta pérdida fué ganada por la lámina.

(d) Ahora calcularemos las energías cinéticas del proyectil:

$$K_i = \frac{1}{2} mV_i^2 = \frac{1}{2} (0.010)(500)^2$$

$$K_i = 0.005 \times 25 \times 10^4 = 1250 \text{ j}$$

$$K_f = \frac{1}{2} mV_f^2 = \frac{1}{2} (0.010)(50)^2$$

$$K_f = 0.005 \times 2500 = 12.5 \text{ j}$$

Entonces: $\Delta K = K_f - K_i = 12.5 - 1250$

$$\Delta K = -1237.5 \text{ j}$$

El signo negativo indica que el proyectil perdió energía, la cual se utilizó para agujerar la lámina y atravesarla.

2.- Una vasija de 50 grs. se encuentra en reposo. Repentinamente explota, dirigiéndose en sentidos opuestos los dos fragmentos en que se dividió. Si la velocidad de uno de ellos es 3 veces la velocidad del otro fragmento en el instante de la explosión, calcular la masa de cada uno de ellos.

SOLUCIONES:- Si originalmente la vasija estaba en reposo, quiere decir que la velocidad inicial de cada fragmento era Cero, pués formaban parte de la vasija, entonces:

$$m_1 V_1 i = 0, \quad m_2 V_2 i = 0 \text{ o sea:}$$

$m_1 V_{1f} + m_2 V_{2f} = 0$ de acuerdo con la ley de la conservación la cantidad de movimiento.

$$m_1 V_{1f} = - m_2 V_{2f} \quad \ldots\ldots \; 3\text{-}5\text{-}1$$

pero nos dicen que la velocidad de uno de ellos es 3 veces la velocidad del otro fragmento, entonces si arbitrariamente se establece que

$$V_{1f} = -3V_{2f} \quad \text{(En sentidos opuestos)}$$

y sustituyendo en la ecuación 3-5-1;