CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.

En la actualidad, es difícil imaginar una civilización que carezca de la *rueda*. Pero, para que las ruedas sean útiles deben girar. ¿Qué es lo que las hace girar?

La rueda de alfarería la hace girar el alfarero; la turbina gira por la presión de un flujo de agua o un chorro de vapor, las ruedas de un automóvil giran por la energía obtenida de la combustión de la gasolina. Ruedas dentro de ruedas. La única diferencia entre las ruedas antiguas y las del siglo XX está en los accesorios y en el tipo de energía utilizada para que giren. ¿De dónde llegará la energía? ¿A dónde va?

OBJETIVOS.

1.- Distinguir los conceptos de cantidad de movimiento e impulso.

2.- Enunciar la ley de la conservación de la energía.

3.- Enunciar por lo menos cinco formas de energía, distinguiendo de ellas las que sean almacenadas y las que se consideren mecánicas.

4.- Expresar ejemplos que muestren la validez de la ley de la conservación de la energía.

5.- Enunciar la ley de la conservación de la cantidad de movimiento.

6.- Aplicar la ley de la conservación de la energía, resolviendo problemas en los que exista transformación de energía potencial a cinética, o de energía cinética a potencial.

7.- Aplicar la ley de la conservación de la cantidad de movimiento, resolviendo problemas a partir de los datos apropiados.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lectura rápida y completa del capítulo para que te enteres del material a estudiar.

2.- Lectura para subrayar lo más imporante del capítulo.

3.- Resumen de lo que consideres más importante del tema.

4.- Analiza despacio cada uno de los términos, antes de seguir con los demás objetivos.

5.- Analiza en forma detallada, cada uno de los ejemplos resueltos en tu texto.

6.- Resuelve los problemas dados en la autoevaluación, tratando de obtener las respuestas dadas al final de los problemas.

7.- Resuelve problemas de otros textos de Física que tengas a tu alcance, ya que la práctica en tu material es lo que hará que obtengas mejores resultados.

8.- Cualquier duda que tengas no te quedes con ella, coméntala con tus compañeros, o si lo prefieres, con tu maestro.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar la evaluación de esta unidad deberás entregar, en hojas tamaño carta, los problemas del capítulo III completamente resueltos.

CAPÍTULO III.

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA Y DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

Pensemos cómo se usa la energía en la realidad. La energía química de la gasolina no es útil hasta que se convierte en energía mecánica, así impulsa las ruedas y hace que el automóvil se mueva. La energía eléctrica, para que sea útil, debe convertirse en luz, calor, movimiento, sonido o energía química, como en muchos procesos electroquímicos. La energía química de los alimentos no se utiliza si no se convierte en otras formas, y se emplea para calentar el cuerpo, para moverlo y desarrollarlo. La energía nuclear, para que sea práctica, se convierte siempre en otras formas de energía útiles.

Del sol recibimos luz y otras formas de energía radiante Las plantas verdes absorben la energía lumínica y a través de ciertas reacciones químicas, la convierten en energía química, la cual se almacena en compuestos como el azúcar, el almidón y la celulosa. Las plantas constituyen el alimento de los animales y éstos convierten la energía química de los compuestos en actividad celular y en movimiento, al que damos el nombrede energía mecánica. La energía mecánica del cuerpo humanó se puede emplear para mover otros cuerpos, como un martillo, un azadón, una bicicleta o un patín de ruedas.

Cuando la energía radiante del sol incide sobre la Tierra, parte de ella se convierte en calor el cual evapora el agua del mar que se eleva a gran altura en la atmósfera y se descarga como lluvia o nieve. La lluvia se puede juntar en lugares elevados para que al correr hacia el mar, se pueda utilizar en las turbinas que generan energía eléctrica, la que hace girar las ruedas de la industria.

La ley de la conservación de la energía ha sido explicada de varias formas, nosotros la establecemos como: "La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma."

Algunas transformaciones pueden ser difíciles o costosas; otras, como la obtención del calor a partir de la energía química, son sencillas y efectivas.

3-1 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.

En la ecuación $mgh = \frac{1}{2} mv^2$, se comprobó que la energía potencial mgh, puede convertirse completamente en energía cinética, puesto que el trabajo realizado al levantar el cuerpo y suministrarle energía potencial, es el mismo que el trabajo desarrollado por la gravedad para dar energía cinética al cuerpo. Podemos concluir que *trabajo, energía potencial y energía cinética* son formas diferentes de una misma cosa, energía, y que cualquiera de ellas puede convertirse en otra.

Volvamos otra vez a la fig. 5-b del capítulo anterior. Si designamos por v la velocidad del cuerpo cuando se encuentra en la posición "x", entonces, de acuerdo a la ecuación 10, tenemos:

$$-mg(X - X_o) = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_o^2$$

como $v_o = 0$, obtenemos:

$$-mgX - mgX_o = \frac{1}{2} mv^2$$

como $X_o = h$, obtenemos:

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 + mgX$$

Inicialmente cuando el cuerpo se encontraba a una altura h sobre el nivel del suelo, la única energía que poseía o su energía total era:

$$E_T = mgh$$

Tenemos finalmente la ecuación

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 + mgX$$

que expresa la condición:

$$E_T = K + U$$

Esta ecuación es el enunciado matemático de la *ley de la conservación de la energía* que establece lo siguiente:

La energía total de un cuerpo es igual a la suma de su energía cinética más su energía potencial en todo momento, y además, es una constante para un sistema cerrado. (Que no interactúa con otros cuerpos).

Vamos a considerar 3 ejemplos que nos muestran la aplicación de la ley de la conservación de la energía.

Aunque la hemos derivado de un caso muy particular, es válido para cualquier sistema y nuestra deducción no debe restarle la generalidad que le corresponde.

Ejemplo 1.

Considere la fig. 1, en la que se muestra un cuerpo de masa m que se empuja por un plano inclinado a través de una distancia d.

Si consideramos que no existe ninguna fricción entre el bloque y el plano inclinado, la fuerza F será:

$$F = p \text{ sen } \theta$$

entonces, es claro que el trabajo realizado por la fuerza sobre el cuerpo es:

$$W = F \times d$$

$$W = p \text{ sen } \theta \times d$$

y en la cima, la energía total del cuerpo (en reposo o $v_o = 0$) será toda la energía potencial, la cual fue suministrada al bloque por la fuerza F actuando a lo largo de la distancia d. Por lo tanto:

$$F \times d = mgh$$

Si ahora se permite al cuerpo deslizarse por el plano inclinado, tendremos que de acuerdo a la ley de la conservación de la energía, en cualquier punto de la trayectoria, digamos X, obtendremos:

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 + mg(h-x)$$

y al final de la trayectoria, x=h, se tiene:

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2$$

Dividiendo ambos miembros de esta ecuación entre m, tenemos:

$$gh = \frac{1}{2} v^2$$

Multiplicando ambos miembros por 2 y sacando raíz cuadrada, obtenemos para la velocidad del bloque, después de deslizarse por el plano bajo la acción de la gravedad

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

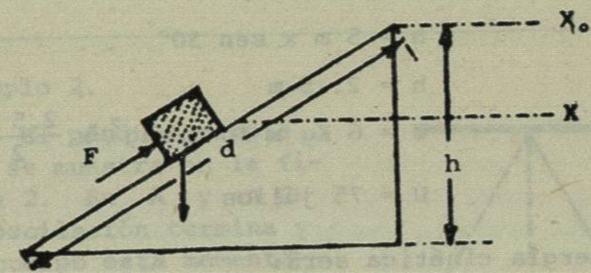

Fig. 1.

Veámoslo en forma numérica. Una masa de 6 Kg, subiendo en un plano inclinado de 30°C, viaja a través de 5 m. Calcular la energía cinética y potencial en un punto situado a la mitad del plano, al descender el cuerpo.

Datos:. m= 6 Kg, d= 5 m, $\theta = 30°$

Solución:

Por la ecuación

$$F = p \cos \theta$$

tenemos:

$$F = mg \text{ sen } \theta$$
$$= 6 \text{ Kg} \times 10 \text{m/seg} \times \text{sen } 30°$$
$$= 30 \text{ N}$$

$$W = F \times d$$
$$= 30 \text{ N} \times 5 \text{ m}$$
$$= 150 \text{ julios (es el trabajo total)}$$

La energía potencial al recorrer la mitad de la altura será:

$$U = mg(h-x_o)$$
$$U = mg(1/2\ h)$$

$$h = 5\ m \times sen\ 30°$$

$$h = 2.5\ m$$

$$U = 6\ Kg \times 10\ m/seg^2 \times \frac{2.5\ m}{2}$$

$$U = 75\ julios$$

La energía cinética será:

$$K = \frac{1}{2}\ mv^2$$

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

$$v = \sqrt{2 \times 10\ m/seg^2 \times 1.25\ m}$$

$$v = \sqrt{25\ m^2/seg^2}$$

$$v = 5\ m/seg$$

$$K = \frac{1}{2} \times 6\ Kg \times 25\ m^2/seg^2$$

$$K = 75\ Kgm^2/seg^2$$

$$K = 75\ J$$

Y la ley de la conservación de la energía, tenemos que se cumple.

$$W = K + U$$

$$150\ julios = 75\ J + 75\ J$$

Ejemplo 2.

El péndulo simple que se muestra en la figura 2. En A y en C la oscilación termina y el cuerpo está momentáneamente en reposo (v=0) y su energía es toda potencial, *mgh*. Cuando la lenteja empieza a caer, su velocidad aumenta, en B tiene su máxima velocidad y a partir de ahí empieza a disminuir. De acuerdo a la ecuación

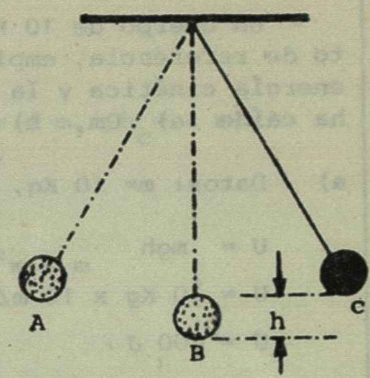

Fig. 2.

$$mgh = \frac{1}{2}\ mv^2 + mgX$$

tenemos que en cualquier punto:

$$E_t = \frac{1}{2}\ mv^2 + mg(h-X)$$

y en B, cuando la velocidad de la lenteja es máxima (X-h)

$$mgh = \frac{1}{2}\ mv^2$$

y su velocidad es:

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

Ejemplo 3.

Un cuerpo de 10 Kg colocado a 8 m de un punto de referencia, empieza a caer. Calcular la energía cinética y la energía potencial cuando ha caído a) 0m, b) 4 m, c) 6 m, d) 8 m.

a) Datos: $m = 10$ Kg, $h = 8$ m, $g = 10\ m/seg^2$

$U = mgh$

$U = 10\ Kg \times 10\ m/seg^2 \times 8\ m$

$U = 800\ J$

$K = \frac{1}{2}mv^2$

$K = \frac{1}{2} \times 10\ Kg \times (0\ m/seg)^2$

$K = 0$

b) Datos: $m = 10$ Kg, $h = 6$ m, $h_c = 2$ m, $g = 10\ m/seg^2$

$U = 10\ Kg \times 10\ m/seg^2 \times 6\ m$

$U = 600\ J$

$v = \sqrt{2 \times 10\ m/seg^2 \times 2\ m}$

$v = 6.325\ m/seg$

$K = \frac{1}{2}mv^2$

$K = \frac{1}{2} \times 10\ Kg \times (6.325\ m/seg)^2$

$K = 200\ J$

$W\ tot = U + K$

$= 600\ J + 200\ J$

$= 800\ J$

c) Datos: $m = 10$ Kg, $h = 4$ m, $h_c = 4$ m, $g = 10\ m/seg^2$.

$U = mgh$

$U = 10\ Kg \times 10\ m/seg^2 \times 4\ m$

$U = 400\ J$

$v = 2gh_c$

$v = \sqrt{2 \times 10\ m/seg^2 \times 4\ m}$

$v = 8.94\ m/seg$

$K = \frac{1}{2} \times 10\ Kg \times (8.94\ m/seg)^2$

$K = 400\ J$

$W\ tot = 400\ J + 400\ J$

$= 800\ J$

d) Datos: $m = 10$ Kg, $h = 2$ m, $h_c = 6$ m, $g = 10\ m/seg^2$.

$U = mgh$

$U = 10\ Kg \times 10\ m/seg^2 \times 4\ m$

$U = 400\ J$

$v = \sqrt{2gh_c}$

$v = \sqrt{2 \times 10\ m/seg^2 \times 4\ m}$

$v = 10.95$ m/seg

$K = \frac{1}{2} mv^2$

$K = \frac{1}{2} \times 10$ Kg $\times$ (10.95 m/seg)^2

$K = 600$ J

W tot = 200 J + 600 J

= 800 J

e) Datos: m= 10 Kg, h= 0, h_e= 8 m, g= 10 m/seg^2.

$U = mgh$

$U = 10$ Kg $\times$ 10 m/seg$^2 \times 0$

$U = 0$

$v = \sqrt{2gh_c}$

$v = \sqrt{2 \times 10 \text{ m/seg}^2 \times 8 \text{ m}}$

$v = 12.65$ m/seg

$K = \frac{1}{2} mv^2$

$K = \frac{1}{2} \times 10$ Kg $\times$ (12.65 m/seg)^2

$K = 800$ J

W tot = U + K

= 0 + 800 J

= 800 J

En los 5 casos la energía total es igual.

3-2 CONSERVACIÓN DEL MOMENTUM.

Vamos a deducir uno de los resultados más importantes de la mecánica de Newton, la ley de la *conservación de la cantidad de movimiento*. En algunos campos de la física, como la física atómica, las leyes de Newton no tienen una validez exacta; sin embargo, este resultado sigue teniendo vigencia. Al deducir la ley de la conservación del momentum a partir de la tercera ley de Newton, se obtiene un resultado mejor, se obtiene algo de mayor importancia que es de validez universal. La conservación del momentum es una de las leyes fundamentales del universo.

Para llegar a este resultado procedemos de dos formas: una intuitiva y otra exacta; en ambos casos consideraremos la ecuación:

$$mv - mv_o = Ft$$

De acuerdo con esta ecuación, el impulso dado a un cuerpo es igual al cambio en la cantidad de movimiento del cuerpo.

Forma intuitiva. Si ninguna fuerza exterior actúa sobre el sistema (sistema cerrado).

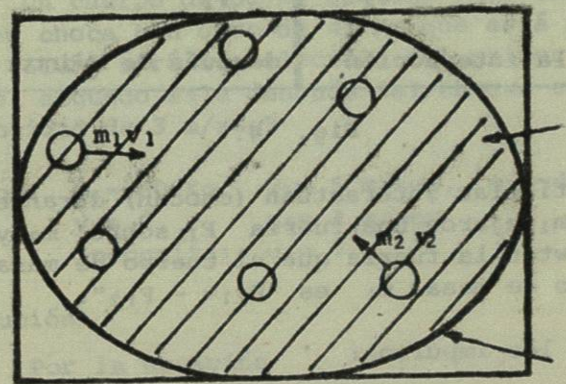

Fig. 3.

Consideramos el sistema como un todo usando la ecuación y como en este caso $F = 0$, sobre el sistema se obtiene:

$$\Delta p = 0$$

o

$$m_1(v_1 - u_1) + m_2(v_2 - u_2) + \dots + m_n(v_n - u_n) = 0$$

Un caso simple es el de dos cuerpos, entonces:

$$m_1(v_1 - u_1) + m_2(v_2 - u_2) = 0$$

o

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$$

donde las v son las velocidades iniciales (antes de que la masa m_1 interaccione con la masa m_2); u representa las velocidades finales.

Forma exacta. Consideremos un sistema de dos cuerpos de masas m_1 y m_2 que interaccionan.

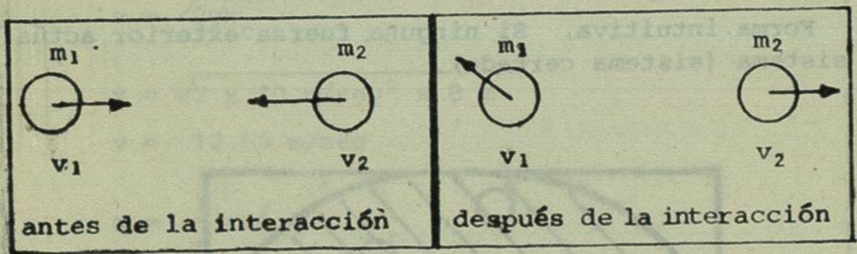

Fig. 4.

Ambas partículas interactúan (chocan) durante un tiempo "t", la masa m_1 ejerce una fuerza F_{12} sobre m_2 y por la tercera ley de Newton la fuerza que el cuerpo de masa m_2 ejerce sobre el cuerpo de masa m_1 es "$F_{21} = - F_{12}$".

Entonces, los impulsos:

$$F_{12}t = \Delta p$$

$$F_{21}t = - F_{12}t = \Delta p$$

De las dos últimas ecuaciones, obtenemos:

$$\Delta p_2 = - \Delta p_1$$

o

$$m_2(v_2 - u_2) = -m_1(v_1 - u_1)$$

$$\boxed{m_2v_2 + m_1v_1 = m_2u_2 + m_1u_1}$$

v = velocidades iniciales

u = velocidades finales

Podemos concluir de la ecuación que en un choque entre dos o más cuerpos, el vector resultante o la suma de los vectores ímpetu, después del choque, es igual a la correspondiente a los ímpetus antes del choque. *La suma algebraica de las componentes de ímpetu en una dirección cualquiera, no varía por efecto del choque.*

Ejemplo 4.

Un cuerpo de 60 Kg con una velocidad de 5 m/seg choca con otro de 45 Kg que está en reposo. ¿Cuál será la velocidad del primer cuerpo si el segundo sale después del choque con una velocidad de 3 m/seg?

Datos: $m_1 = 60$ Kg, $v_1 = 5$ m/seg, $m_2 = 45$ Kg,
$v_2 = 0$, $u_2 = 3$ m/seg
Incógnita: $u_1 = ?$

Solución:

Por la ecuación

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$$

$$60\ Kg \times 5 m/seg + 45\ Kg \times 0 = 60\ Kg \times u_1 + 45 Kg \times 3 m/seg$$

$$300\ Kgm/seg = 60\ Kg + u_1 + 135\ Kgm/seg$$

$$300\ Kgm/seg - 135\ Kgm/seg = 60\ Kg \times u_1$$

$$165\ Kgm/seg = 60\ Kg \times u_1$$

$$\frac{165\ Kgm/seg}{60\ Kg} = u_1$$

$$2.75\ m/seg = u_1$$

AUTEOVALUACIÓN.

1.- ¿Desde qué altura debe caer una pequeña masa de 1000 Kg para tener la misma cantidad de energía cinética que un camión de carga de 8 toneladas métricas viajando a una velocidad de 90 Km/hr a lo largo de una carretera horizontal?
{h= 250 m}

2.- Un péndulo consta de una bola de acero de 300 g unida a un alambre de masa despreciable y de 1 m de longitud. La bola es empujada a un lado hasta que el hilo forma 30° con la vertical y luego es soltada. Hallar la velocidad de la bola con su punto más bajo.
{v= 1.64 m/seg}

3.- Dos bolas de marfil de 5 y 10 gramos con velocidades respectivas de 20 cm/seg se mueven en la misma línea y sentido contrario. Después del impacto la bola de 5 g se mueve con una velocidad de 8 cm/seg. Calcular la velocidad de la segunda bola.
{u_2= 16 cm/seg}

4.- Un cañón de 2000 Kg dispara una bala de 60 Kg con una velocidad inicial de 500 m/seg. ¿Cuál es la velocidad con que retrocede el cañón?
{v_c= 15 m/seg}

5.- Un hombre que pesa 100 Kg mientras está sentado en una canoa que pesa 40 Kg, dispara una bala de 60 g con una escopeta de 2.5 Kg. La velocidad de salida de la bala es de 600 m/seg. ¿Con qué velocidad retrocede la canoa?
{v_c= 0.253 m/seg}

6.- Una bala de 30 g moviéndose con una velocidad de 600 m/seg, se incrusta en un bloque de madera de 3.6 Kg. ¿Con qué velocidad retrocederá el bloque, si estaba en reposo antes del impacto?
{v= 4.95 m/seg}