SEGUNDA UNIDAD

INTRODUCCION

Esta unidad contiene tres temas básicos íntimamente relacionados: energía, trabajo y potencia.

Estudiarás las formas de energía; la que contiene un cuerpo en virtud de su posición o de su movimiento; la energía definida te permitirá asociarla con el trabajo mecánico, trabajo que en el vocabulario de la física tiene un significado muy preciso.

Una fuerza que actúa a través de una distancia se da en casos como en una grúa que levanta un coche, una máquina de ferrocarril moviendo una fila de vagones, etc. En estos casos hablaremos de trabajo mecánico.

El ritmo o la rapidez con el cual se lleva a cabo dicho trabajo será definido como potencia. Así la rapidez se vuelve un factor de ingeniería muy importante en el sentido de que el trabajo puede realizarse de una manera más eficiente.

Estudiarás los diferentes aspectos involucrados en estos conceptos, cómo se miden y cuáles son sus unidades.

Es esencial que comprendas firmemente estos conceptos.

SEGUNDA UNIDAD

TRABAJO, ENERGIA Y POTENCIA

OBJETIVO DE UNIDAD

El alumno, al terminar la unidad en el tema:

I. TRABAJO, ENERGIA Y POTENCIA.

1. Aplicará los conceptos y ecuaciones de trabajo, energía y potencia, en la solución de problemas.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El alumno, por escrito en su cuaderno, sin error, en el tema:

I. TRABAJO, ENERGIA Y POTENCIA.

2.1. Definirá el concepto de energía.

2.2. Citará los diferentes tipos de energía.

2.3. Distinguirá los conceptos de trabajo, energía y potencia.

2.4. Diferenciará entre energía cinética y energía potencial.

2.5. Identificará las unidades de trabajo, energía mecánica y potencia.

2.6. Utilizará los conceptos básicos sobre trabajo, energía, potencia, y las unidades en que se expresan, para la resolución de problemas.

SEGUNDA UNIDAD

I.- TRABAJO, ENERGIA Y POTENCIA.

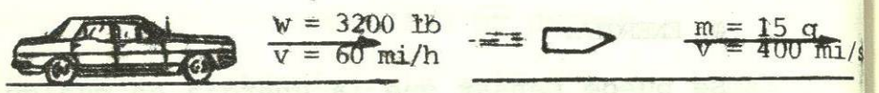
A. ENERGIA.

Se puede pensar que la energía es cualquier cosa que pueda ser convertida en trabajo. Cuando decimos que un objeto tiene energía, queremos dar a entender que es capaz de ejercer una fuerza sobre otro objeto para realizar trabajo sobre él. Y viceversa; si realizamos trabajo sobre algún objeto, le hemos añadido una cantidad de energía igual al trabajo realizado. Las unidades de la energía son las mismas que las del trabajo: el joule y la libra-pie.

En mecánica nos interesan dos clases de energía:

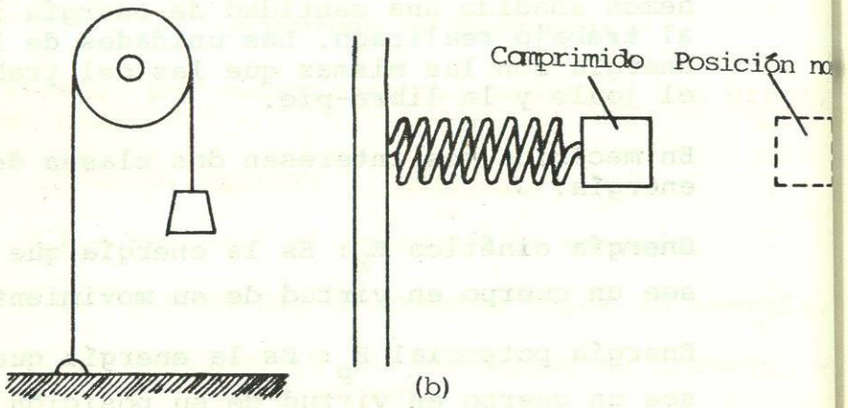
Energía cinética E_k: Es la energía que posee un cuerpo en virtud de su movimiento.

Energía potencial E_p: Es la energía que posee un cuerpo en virtud de su posición o condición.



(a)

Fig. 1 Ejemplos de:
a) Energía cinética y b) Energía potencial.



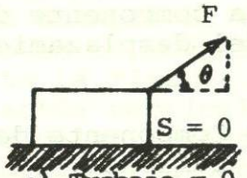
(b)

Se puede pensar fácilmente en muchos ejemplo de cada clase de energía. Por ejemplo, un au tomóvil en movimiento, una bala en movimient y un volante que da vueltas tiene la capacidad de realizar trabajo debido a su movimien to. De manera similar, con un objeto levanta do, un resorte comprimido o un rifle cargado existe el potencial para realizar trabajo de bido a su posición. Se dan algunos ejemplos en la figura 1.

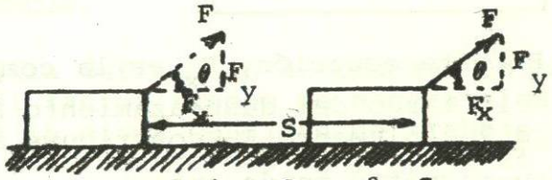
B. TRABAJO.

Cuando tratamos de arrastrar un bloque por medio de una cuerda, como se muestra en la figura 2a, no pasa nada. Estamos ejerciendo una fuerza, pero el bloque no se ha movido. Por otra parte, si continuáramos incrementando nuestra fuerza, el bloque se movería al

Fig. 2. El trabajo realizado por una fuerza F provoca un desplazamiento S.



a) Trabajo = 0



b) Trabajo = F cos θ . S

fin. En este caso hemos logrado algo real a cambio de nuestro esfuerzo. Este logro se define en Física como trabajo. Este trabajo tiene una definición explícita, cuantitati-

va y operacional. Para que se realice trabajo, son necesarias tres cosas:

1. Debe haber una fuerza aplicada.

2. La fuerza debe actuar a lo largo de cierta distancia, llamada desplazamiento.

3. La fuerza debe tener una componente a lo largo del desplazamiento.

Si se dan las tres condiciones, estamos preparados para dar una definición formal de trabajo:

El trabajo es una cantidad escalar igual al producto de las magnitudes del desplazamiento y de la componente de la fuerza en la dirección del desplazamiento.

Trabajo = Componente de la fuerza X desplazamiento.

$$\boxed{\text{Trabajo} = F_x s} \qquad (2\text{-}1)$$

En esta ecuación, F_x es la componente de F a lo largo del desplazamiento S. En la figura 2, solamente F_x contribuye al trabajo. Su magnitud puede encontrarse por trigonometría, y el trabajo puede expresarse en términos del ángulo θ entre F y s.

$$\text{Trabajo} = (F \cos \theta)\ S \qquad (2\text{-}2)$$

Con frecuencia, la fuerza que origina el trabajo está dirigida enteramente a lo largo del desplazamiento. Esto pasa cuando se levanta un peso verticalmente o cuando una fuerza horizontal arrastra un objeto a lo largo del suelo. En estos casos simples $F_x = F$, y el trabajo es el producto simple de la fuerza y el desplazamiento:

$$\text{Trabajo} = FS \qquad (2\text{-}3)$$

Otro caso especial ocurre cuando la fuerza aplicada es perpendicular a la dirección del desplazamiento ($\cos 90° = 0$). En este caso el trabajo siempre es igual a cero. Un ejemplo de esto es el movimiento paralelo a la superficie de la Tierra, donde la fuerza gravitacional actúa verticalmente hacia abajo y es perpendicular a todos los desplazamientos horizontales. Entonces la fuerza de gravedad no funciona.

C. POTENCIA.

En nuestra definición de trabajo no se incluyó el factor tiempo de manera alguna. Se realiza la misma cantidad de trabajo si el evento dura una hora o un año. Si se le diera suficiente tiempo, aún el más débil de los motores podría ser capaz de levantar las pirámides de Egipto. Sin embargo, si deseamos llevar a cabo algo de manera eficiente, la rapidez con la que se efectúa un trabajo se vuelve un factor de ingeniería muy importante:

Potencia es la rapidez con la que se realiza un trabajo.

$$\boxed{P = \frac{\text{trabajo}}{t}} \quad \text{ft . lb/s o J/s} \qquad (2\text{-}4)$$

En las unidades del sbg, la unidad de la potencia es la libra-pie por segundo. La unidad correspondiente en el SI tiene un nombre especial, el watt (W) y se define como

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

El watt y la libra-pie por segundo son unidades demasiado pequeñas para su uso conveniente en la mayor parte de las aplicaciones industriales. Por lo tanto, se han definido el kilowatt (kW) y el caballo de fuerza (hp) como sigue:

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ hp} = 550 \text{ ft} \cdot \text{lb/s}$$

En Estados Unidos, el watt y el kilowatt se han reservado para su uso casi exclusivo en cuanto a potencia eléctrica; el caballo de fuerza se ha destinado así a potencia mecánica. Esta práctica es una simple convención pero no es necesaria.

EJEMPLO 2-1

¿Qué trabajo es desempeñado por una fuerza

de 60 N al arrastrar el bloque de la figura 2 a una distancia de 50 m, cuando la fuerza es transmitida por una cuerda con un ángulo de 30° con la horizontal?

Solución

Se debe determinar primero la componente F_x de la fuerza F de 60 N. Sólo esta componente contribuye al trabajo. Gráficamente, esto se hace al dibujar el vector de 60 N a escala con un ángulo de 30°. Si se mide F_x y se convierte en newtons da

$$F_x = 52.0 \text{ N}$$

Con trignometría, se podría realizar el mismo cálculo al usar la función coseno.

$$F_x = (60\text{N})(\cos 30°) = 52.0 \text{ N}$$

Ahora, al aplicar la ecuación (2-1) se obtiene el trabajo

$$\text{Trabajo} = F_x \cdot s = (52.0 \text{ N})(50 \text{ m})$$

$$= 2600 \text{ N . m}$$

Nótese que las unidades del trabajo son unidades de fuerza por distancia. Así, en el SI

la unidad del trabajo es el newton-metro (N . m), que recibe el nombre de joule (J). En el SI, 1 J es igual al trabajo realizado por una fuerza de 1 N para mover un objeto la distancia de 1 m paralela a la fuerza.

De manera similar, la unidad de trabajo en el sbg es la libra-pie (ft . lb). No existe algún nombre especial para esta unidad; 1 ft . lb es igual al trabajo realizado por una fuerza de 1 lb para mover un cuerpo en una distancia de 1 ft, paralela a la fuerza.

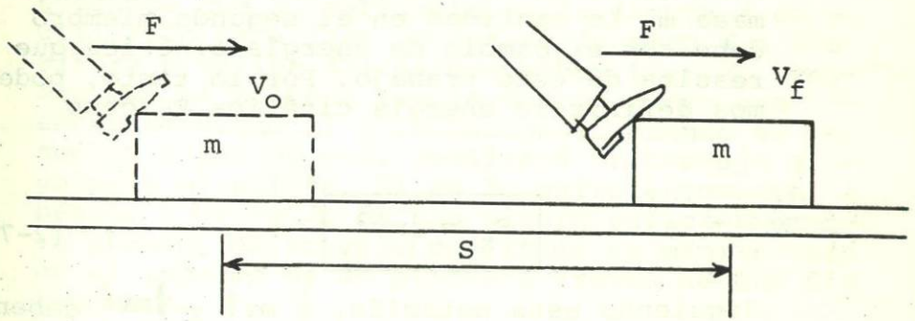
D. TRABAJO Y ENERGIA CINETICA.

Se ha definido la energía cinética como la capacidad de realizar trabajo como un resultado del movimiento de un cuerpo. Para ver la relación entre el movimiento y el trabajo, considérese una fuerza constante F que actúa sobre el bloque de la figura 3. Considérese que el bloque tiene una velocidad inicial υ_0 y que la fuerza F actúa a través de una distancia S lo que provoca que la velocidad se incremente a un valor final υ_f. Si el cuerpo tiene una masa m, la segunda ley de Newton dice que aumentará su velocidad, o acelerará a un ritmo dado por

$$a = \frac{F}{m} \qquad (2\text{-}5)$$

Fig. 3 El trabajo realizado por la fuerza F produce una modificación en la energía cinética de la masa m.

$$a = \frac{F}{m}$$



hasta que alcance una velocidad final υ_f recordemos que

$$2as = \upsilon_f^2 - \upsilon_0^2$$

de la cual obtenemos

$$a = \frac{\upsilon_f^2 - \upsilon_0^2}{2s}$$

1020119509

Al sustituir estas ecuaciones en la ecuación (2-5) obtenemos

$$\frac{F}{m} = \frac{\upsilon_f^2 - \upsilon_0^2}{2s}$$

de la que se puede despejar el producto Fs - para tener

$$Fs = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \qquad (2\text{-}6)$$

La cantidad en el primer miembro de la ecuación (2-6) es el trabajo realizado sobre la masa m. La cantidad en el segundo miembro - debe ser el cambio de energía cinética que - resulta de este trabajo. Por lo tanto, podemos definir la energía cinética E_k como

$$\boxed{E_k = \frac{1}{2}mv^2} \qquad (2\text{-}7)$$

Siguiendo esta notación, $\frac{1}{2}mv_f^2$ y $\frac{1}{2}mv_0^2$ deben representar los valores final e inicial de - la energía cinética, respectivamente. Este - importante resultado se puede enunciar como sigue:

*El trabajo que realiza una fuerza resultante externa sobre un objeto es igual al - - cambio en la energía cinética del objeto.

Un examen minucioso de la ecuación (2-6) nos indicará que un aumento de la energía cinética ($\upsilon_f > \upsilon_0$) ocurre como resultado de un trabajo positivo, mientras que una disminución de la - energía cinética ($\upsilon_f < \upsilon_0$) viene a resultar de - un trabajo negativo. En el caso especial en -- que el trabajo sobre un cuerpo sea igual a -- cero, la energía cinética permanece constante y está dada por la ecuación (2-7).

ENERGIA POTENCIAL.

La energía que un sistema posee en virtud de - su posición o condiciones recibe el nombre de energía potencial. Ya que la energía se expresa a sí misma en términos de trabajo, la energía potencial implica que debe haber alguna capacidad para realizar el trabajo. Por ejemplo, supongamos que el martinete en la figura 4 es -- utilizado para izar un cuerpo de peso W a una altura h arriba del pilote sobre tierra. Decimos que el sistema tierra-cuerpo posee una -- energía potencial gravitacional. Cuando se -- suelta dicho objeto, realizará un trabajo al - golpear el pilote. Si es lo suficientemente - pesado y ha caído de una altura suficientemente grande, el trabajo realizado se manifestará en el impulso de un pilote a través de una distancia s.

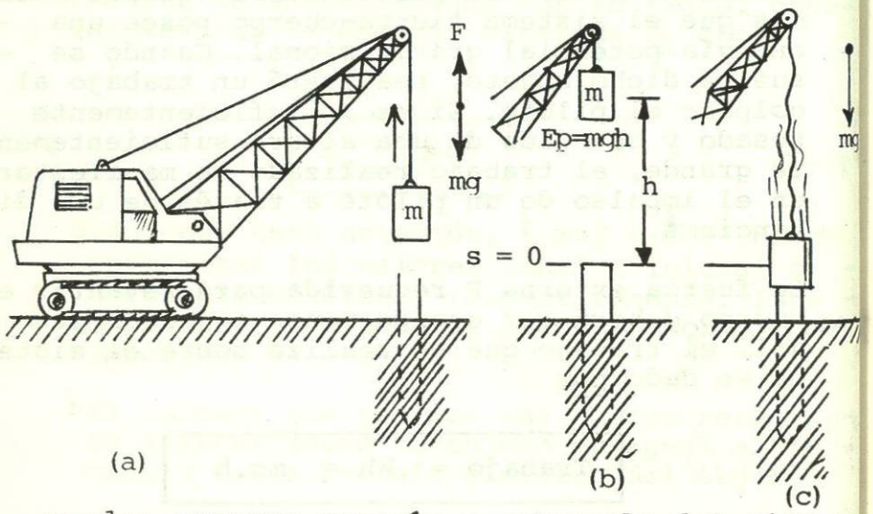
La fuerza externa F requerida para levantar el cuerpo deberá ser cuando menos igual al peso W. Así, el trabajo que se realiza sobre el sistema es dado por

$$\boxed{\text{Trabajo} = Wh = mg.h}$$

Esta misma cantidad de trabajo también puede - ser realizado por el cuerpo al caer la distan-

cia h. Así el cuerpo tiene una energía potencial igual en magnitud al trabajo externo requerido para levantarlo. Esta energía no proviene del sistema Tierra-cuerpo, sino que resulta de un trabajo realizado sobre el sistema por un agente externo. Sólo fuerzas externas como F en la figura 4, o la fricción --

Fig. 4.
a) Levantar una masa m hasta una altura h requiere el esfuerzo mgh, b) El sistema -- cuerpo-tierra tiene, por lo tanto, una energía potencial E_p = mgh, c) Cuando la masa es liberada, ésta tiene capacidad para realizar el tra-- bajo mgh sobre el pilote.



pueden agregar energía o extraerla del sistema conformado por el cuerpo y la Tierra.

Nótese en el análisis precedente que la energía potencial E_p se puede encontrar por

$$\boxed{E_p = Wh = mgh} \quad \text{Energía potencial} \qquad (2\text{-}8)$$

donde W y m son el peso y la masa de un objeto localizado a una distancia h sobre un punto de referencia.

Debe notarse que la energía potencial depende - de nuestra elección de un nivel de referencia - específico. La energía potencial gravitacional que posee un avión es muy diferente si se mide con respecto a la cima de una montaña, un rascacielos o el nivel del mar. La capacidad de realizar un trabajo es mayor si el avión cae hasta el nivel del mar. La energía potencial solamente tiene significado físico cuando se establece un nivel de referencia.

EJEMPLO 2-2

Calcúlese la energía cinética de un marro de 4 Kg en el instante en que su velocidad es de -- 24 m/s.

Solución: Si se aplica la ecuación (2-7) se obtiene

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(4kg)(24\ m/s)^2$$

$$= 1152\ N\ .\ m = 1152\ J$$

Ahora resuelve

Problema 1.-

Un péndulo constituido por una esfera de 10 kg de peso y un hilo de .75m de longitud. Calcular su velocidad cuando pasa por su punto más bajo.

EJEMPLO 2-3

Calcúlese la energía cinética de un automóvil de 3 200 lb que se mueve con una velocidad constante de 60 mi/h (88 ft/s).

Solución:

Hacemos el mismo cálculo del ejemplo anterior, excepto que debemos calcular la masa a partir del peso.

$$E_k = \frac{1}{2} m\upsilon^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{W}{g}\right)\upsilon^2$$

Al sustituir los valores dados para W y υ, tenemos

$$E_k = \frac{1}{2}\left(\frac{3200\ \text{lb}}{32\ \text{ft/s}^2}\right)(88\ \text{ft/s})^2$$

$$= 3.87 \times 10^5\ \text{ft-lb}$$

EJEMPLO 2-4

¿Qué fuerza media F se requerirá para detener una bala de 16 g que viaja a una velocidad de 260 m/s y penetra una distancia de 12 cm en un bloque de madera?

Solución.

El trabajo total requerido para detener la bala deberá ser igual al cambio en la energía cinética (Véase la Fig. 3). Dado que la bala es detenida, $\upsilon_f = 0$, por lo que la ecuación (2-5) queda así

$$Fs = -\tfrac{1}{2}m\upsilon_0^2$$

Al sustituir obtenemos

$$F(0.12\ \text{m}) = -\tfrac{1}{2}(0.016\ \text{kg})(260\ \text{m/s})^2$$

Dividiendo entre 0.12 m tenemos

$$F = \frac{-(0.016)\ \text{kg})(260\ \text{m/s})^2}{(2)(0.12\ \text{m})}$$

$$= -\ 4510\ \text{N}$$

El signo negativo del resultado nos indica que la fuerza tiene una dirección opuesta al desplazamiento. Nótese que esta fuerza resultó ser 30 000 veces más grande que el peso de la bala.