

GUÍA N° 13

La energía y sus transformaciones

Energía:

P1- ¿A qué llamamos energía? Ejemplo.

P2- Describa los tipos de energía. Ejemplos.

P3- Un cuerpo ubicado sobre el techo de una casa, ejemplo el tanque de agua. ¿Posee energía? ¿Cómo se denomina?

P4- En el caso de un resorte al comprimirlo ¿Posee energía? ¿Cómo se denomina?

P5- ¿Cómo se define y se calcula la energía potencial?

P6- Si tenemos en cuenta la masa del cuerpo ¿Cómo será el cálculo de la energía potencial?

P7- ¿Cómo determinamos el valor de la energía potencial elástica? Definición.

P8- Defina energía cinética ¿Cómo se establece su valor? Ejemplo.

P9 ¿En qué se mide la energía? Unidades de energía en los distintos sistemas. Cuadro de unidades.

P10- Realice una breve biografía de Jaime Prescott Joule.

P11- ¿Qué es la fuerza viva y cómo explicamos su existencia? Desarrolle el teorema de las fuerzas vivas.

P12- La energía se crea, se transforma, se destruye, se conserva. Explique el principio de conservación de la energía. Fig18-12

P13- ¿Cuándo la energía se degrada?

Potencia

P14- Observando el ejemplo de la Fig. 18-19, defina potencia ¿Cómo se calcula su valor y cuáles son sus unidades?

P15- Como la potencia es la relación del trabajo y el tiempo, y el trabajo a su vez es la relación de la fuerza por el espacio, y como la fuerza en cada sistema de unidades tiene un valor referencial diferente, la potencia también lo tendrá. Por ello deberemos establecer las unidades de potencia en cada uno de los sistemas y la equivalencia entre ellos. Cuadro de unidades y equivalencias.

P16- ¿Qué relación guarda la potencia con la velocidad?

P17- ¿Es importante la generación de energía? Por qué

P18- El uso de combustibles de origen fósiles ¿Origina algún inconveniente? ¿Cuáles?

P19- ¿Qué son los recursos energéticos y cuáles son las reservas?

P20- Describa algunas energías explotables no convencionales, ejemplo: geotérmicas, solar, eólica, otras.

P21- ¿Qué características tiene la energía nuclear? Pro y contras.

Ej1- ¿Qué trabajo realizará un hombre para elevar una bolsa de 70 kgf hasta una altura de 2,5m? (expresarlo en kgm, joule y kw-h).

Ej2- Un cuerpo cae libremente y tarda 3 seg en tocar tierra, si su peso es de 4 kgf ¿Qué trabajo deberá efectuarse para levantarlo hasta el lugar donde cayó? (expresarlo en kgm y joule).

Ej3- ¿Qué energía cinética alcanzará un cuerpo que pesa 38 kgf a los 30 seg de su caída libre?

Ej4- Un proyectil que pesa 80 kgf e lanzado verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 75 m/seg. Se desea saber:

- a) ¿Qué energía cinética tendrá al cabo de 7 seg?
- b) ¿Qué energía potencial tendrá al alcanzar la altura máxima?

Ej5- ¿Con qué energía tocará tierra un cuerpo cuya masa es 0,254 kg y cae libremente desde 12m de altura?

Ej6- Una grúa levanta 20 toneladas a 15m de altura en 10 seg. Si las pérdidas se consideran nulas, ¿cuál es la potencia de la grúa expresada en CV, W, KW?

Ej7- Un cuerpo de 20 kgf de peso se desliza por un plano inclinado de 15m de largo y 3,5m de altura ¿Qué aceleración adquiere? ¿Cuál es la energía cinética a los 3 seg y que espacio recorrió hasta ese momento?

Ej8- Un móvil pesa 2940 kgf y posee una velocidad de 144 km/h ¿Cuál será la fuerza viva?

LA ENERGIA Y SUS TRANSFORMACIONES

ENERGIA

Tipos de energía

¶ Llamamos energía a la capacidad de trabajo que tiene un cuerpo o sistema de cuerpos.

Así, por ejemplo:

a) El atleta que levanta pesas hasta cierta altura h , lo hace porque posee cierta energía (fig. 18-1).

b) La maceta que cae sobre la palanca AB, de la figura 18-2, es capaz de realizar el trabajo de elevar el cuerpo. Ello lo logra porque posee cierta energía.

c) La acción de las baterías para autos permite poner en marcha el motor. Gracias a la energía de la batería, se efectúa este trabajo.

d) Por medio de la energía eléctrica se puede realizar el trabajo de subir un ascensor o desplazar un tren o mover una grúa.

e) Existen barcos que se desplazan debido a la acción de la energía atómica.

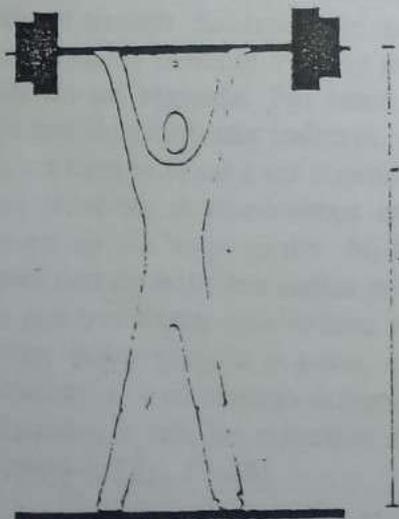


Fig. 18-1. Energía. El atleta posee cierta energía que le permite levantar el cuerpo.

Estos hechos y tantos otros análogos nos dicen que existen distintos tipos de energía, como ser:

¶ *Energía química:* originada por transformaciones y reacciones químicas (baterías de auto).

¶ *Energía eléctrica:* la que nos brinda la corriente eléctrica (movimiento de un motor).

¶ *Energía calorífica,* producida por rozamientos, choques, etc. (El choque de dos piedras origina una chispa. Un clavo, golpeado con un martillo, se calienta.)

¶ *Energía mecánica:* es la que se produce al chocar un cuerpo con otro; un cuerpo en movimiento, la caída de una piedra, etc. Es decir, depende del cambio de posición, de forma, de velocidad, etc., de un cuerpo.

La energía mecánica se divide en energía potencial y energía cinética.]

Energía potencial.

Hemos indicado ya que energía potencial es la que posee potencialmente un cuerpo.

Se dice también que *es la energía de posición.*

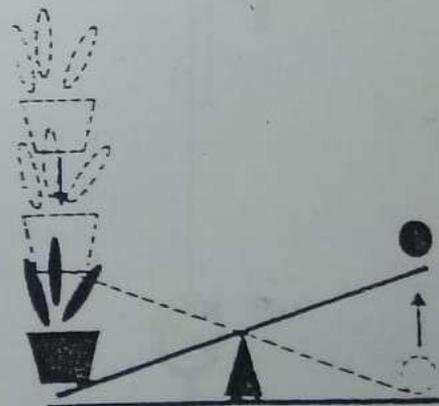


Fig. 18-2. La maceta al caer adquiere energía, gracias a la cual la esfera es lanzada hacia arriba.

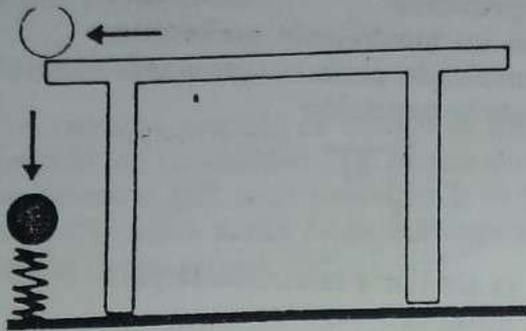


Fig. 18-3. *Energía potencial. El cuerpo, sobre la mesa, posee cierta energía potencial por la que al caer comprime el resorte.*

Imaginemos que levantamos un cuerpo mediante una polea fija. Es decir, efectuamos un trabajo. Luego soltamos la soga sobre la cual aplicamos la potencia. El cuerpo cae hasta llegar al suelo y, por la caída, devuelve ese trabajo haciendo funcionar un mecanismo cualquiera.

Si un objeto colocado sobre una mesa, debido a determinada acción, cae sobre un resorte (fig. 18-3) y lo comprime, realiza un trabajo.

Resulta entonces que, al levantar un cuerpo a cierto nivel respecto de la superficie terrestre, realizamos un trabajo que puede sernos devuelto al volver el cuerpo al suelo. Igual situación se origina con un resorte.

1º Al estar comprimido, posee la energía potencial originada por el trabajo realizado para comprimirlo.

2º Al librarse de esa compresión devuelve aquel trabajo si recupera su estado primitivo.

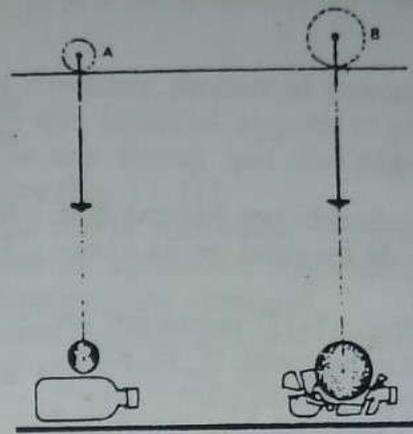


Fig. 18-4. *Energía potencial. Es proporcional al peso.*

Valor de la energía potencial

Energía equivale a trabajo.

Como energía potencial (E_p) es la energía de posición con respecto a cierto nivel, diremos:

El trabajo realizado para llevar el cuerpo hasta cierta altura depende del peso del cuerpo y de la altura a la que fue llevado.

En consecuencia:

$$W = P \cdot h$$

y por ello

$$E_p = P \cdot h$$

En consecuencia:

La energía potencial de un cuerpo es proporcional al peso y a la altura en que se encuentre.

Podemos muy fácilmente verificar esas dos situaciones.

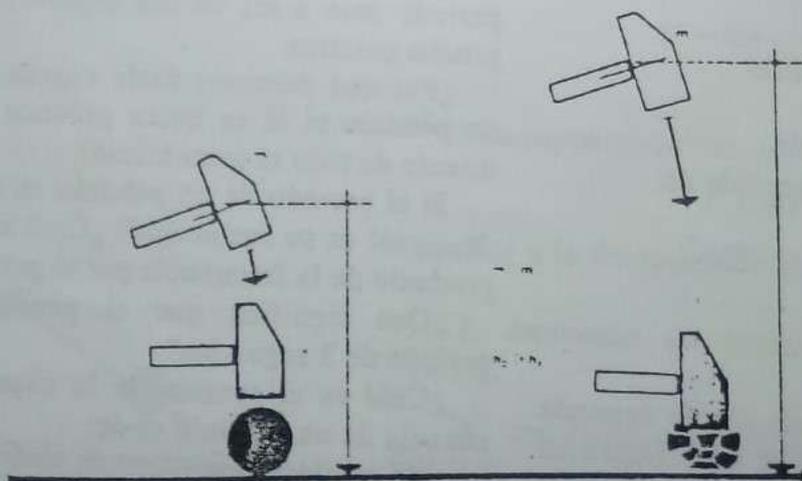


Fig. 18-5. *La energía potencial es proporcional a la altura.*

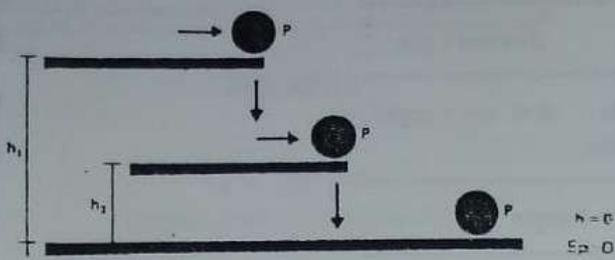


Fig. 18-6. Energía potencial cero. Los cuerpos a nivel cero (suelo) poseen energía potencial nula.

1º Si dejamos caer dos cuerpos de distinto peso colocados a la misma altura (fig. 18-4) el más liviano no rompe la botella y el más pesado sí.

2º Dejemos ahora caer el mismo cuerpo, un martillo, pero desde distintas alturas (fig. 18-5). Al caer desde mayor altura produce mayor trabajo; es capaz de romper la piedra que antes no podía.

Otra fórmula de la energía potencial

La expresión

$$E_p = P \cdot h$$

puede escribirse así:

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

ya que, por el principio de masa, es

$$P = m \cdot g$$

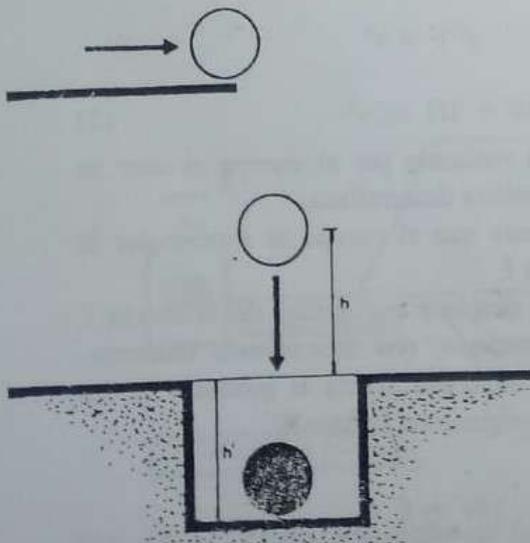


Fig. 18-7. Energía potencial negativa.

Debemos tener presente además que h indica desnivel, por ello cuando hablamos de valores de la energía potencial, sólo estamos estableciendo "diferencias" de "energía" potencial.

Como la energía potencial es proporcional al desnivel h , resulta:

a) Todos los cuerpos situados en la superficie terrestre (fig. 18-6) deben considerarse con energía potencial nula, pues no existen diferencias de nivel entre ellos ($h = 0$).

b) Si el cuerpo cae más bajo que el nivel cero (suelo), por ejemplo, a un pozo, puede considerarse negativa la energía potencial originada (fig. 18-7). Este valor negativo nos está indicando entonces que, para volverlo al nivel del suelo, tendremos que realizar cierto trabajo, o sea el proceso inverso a lo explicado más arriba.

Energía potencial elástica

Se llama así a la energía potencial que posee por ejemplo un resorte expuesto a la acción de una fuerza F , en la dirección de su eje (fig. 18-8). Por acción de esa fuerza puede ser comprimido o estirado. En cualquiera de los dos casos el trabajo realizado por esa fuerza queda almacenado —en potencia— en dicho resorte.

Un caso similar ocurre al comprimir el aire que mantiene inflado un neumático. En ambos casos existe una energía potencial

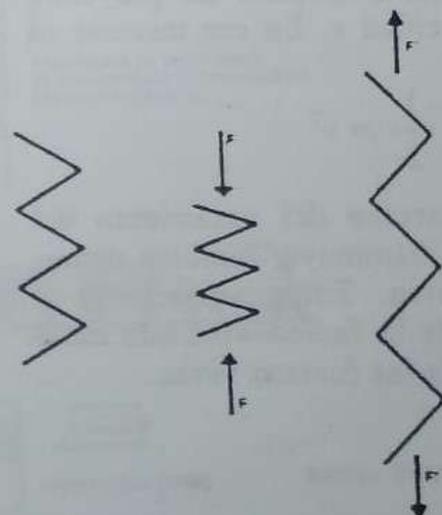


Fig. 18-8. Energía potencial elástica. Se verifica al comprimir un resorte, aire, etc.

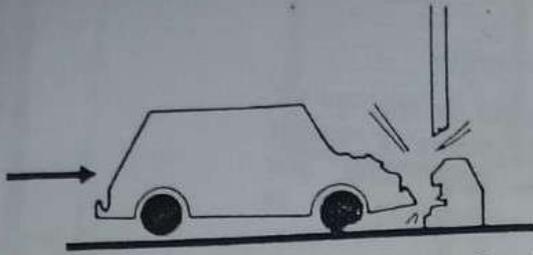


Fig. 18-9. Energía cinética. Es proporcional al cuadrado de la velocidad.

elástica pues al ser liberados de esas fuerzas devuelven la energía almacenada, gracias a su energía potencial elástica.

Valor de la energía potencial elástica

La energía potencial elástica se calcula mediante la expresión:

$$E = \frac{1}{2} F e$$

Energía cinética

Cuando un auto choca contra una pared, cuanto mayor velocidad posea, mayor va a ser "el trabajo" de romper la pared o abollar su carrocería (fig. 18-9).

Un tren que está en movimiento es capaz de efectuar un trabajo: calentar los rieles por el rozamiento que provoca el movimiento.

En ambos casos el trabajo realizado (roturas o calentamiento de rieles) es proporcional a la velocidad del cuerpo.

Por ello decimos:

Energía cinética es la que posee el cuerpo por su estado de movimiento.

O bien:

Es el trabajo capaz de realizar gracias a su estado de movimiento.

Valor de la energía cinética

Según la definición, energía es trabajo.

En consecuencia, la energía cinética (E_c) es el trabajo realizado por un cuerpo o una fuerza en movimiento.

Sea

E_c : energía cinética

y
W: el trabajo correspondiente
luego:

$$E_c = W$$

como

$$W (\text{trabajo}) = F e$$

resulta

$$E_c = F e$$

Como el cuerpo está en movimiento y actúa sobre él la fuerza F , el movimiento es uniformemente acelerado y, en consecuencia, es:

$$F = m a$$

(principio de masa)

y

$$e = \frac{1}{2} a t^2$$

(espacio en el movimiento uniformemente acelerado)

Reemplazando en la expresión

$$E_c = F e$$

es

$$E_c = m a \frac{1}{2} a t^2$$

y, efectuando operaciones, queda:

$$E_c = \frac{1}{2} m a^2 t^2$$

como

$$a t = v$$

es

$$a^2 t^2 = v^2$$

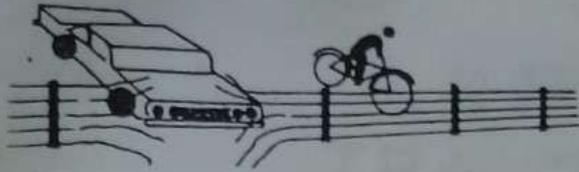
y resulta

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

Por tanto:

La energía cinética es proporcional a la masa del cuerpo y al cuadrado de su velocidad.

1º Supongamos un automóvil y una bicicleta, a igual velocidad, que chocan contra un alambrado. Es evidente que el primero será capaz de provocarle mayor daño que la bicicleta. Ello es debido a que el automóvil posee mayor masa que la bicicleta (fig. 18-10).



3. 18-10. Energía cinética. Es proporcional a la masa del cuerpo.

2º Imaginemos ahora una pelota que, dotada de cierta velocidad, choca contra un vidrio y no lo rompe. Si esa pelota es lanzada con mayor velocidad, si lo romperá (la rotura es el trabajo realizado).

Como, según la fórmula obtenida, la energía cinética es proporcional al cuadrado de la velocidad, significa que:

- para velocidad 1, si la energía cinética es 1;
- para velocidad 2, la energía cinética será 4 veces mayor;
- para velocidad 3, la energía cinética será 9 veces mayor;
- para velocidad 4, la energía cinética será 16 veces mayor.

UNIDADES DE ENERGIA

Hemos dicho que la energía es una forma de trabajo.

En consecuencia:

Las unidades de energía son las unidades de trabajo.

En este momento estamos en condiciones de dar unidades de trabajo según 3 sistemas:

Sistema c.g.s., Sistema M.K.S. o Giorgi y Sistema técnico.

Unidades de trabajo

En el sistema c.g.s.:

$$[W] = [F] [e]$$

como

$$[F] = \text{dina}$$

y

$$[e] = \text{cm}$$

es

$$[W] = \text{dina cm} = \text{ergio}$$

Ergio (o erg) es la unidad de trabajo en el sistema c.g.s. Es el trabajo que se realiza al aplicar la fuerza de una dina que desplaza su punto de aplicación en la distancia de 1 cm.

En el SIMELA

Unidad de fuerza:

$$[F] = \text{N (newton)}$$

y espacio

$$[e] = \text{m (metro)}$$

luego

$$[W] = \text{N m} = \text{joule}$$

Joule es la unidad de trabajo en el sistema M.K.S. Es el trabajo realizado al aplicar una fuerza de un newton que desplaza en un metro su punto de aplicación.

El sistema técnico

Ya lo hemos definido al estudiar trabajo. Recordemos que:

como

$$[F] = \text{kgf}$$

y

$$[e] = \text{m}$$

es

$$[W] = \text{kgf m} = \text{kgm (kilogrametro)}$$

El KILOGRAMETRO es la unidad de trabajo en el sistema técnico. Es el trabajo realizado para elevar un cuerpo de 1 kgf de peso a la altura de un metro.

Se realiza el trabajo de un kilogrametro al aplicar una fuerza de 1 kgf en una distancia de un metro.

Jaime Prescott Joule

Físico inglés (1818-1889). Sus primeros estudios técnicos corresponden a electromagnetismo y posteriormente a calor, los que están en principio relacionados con la electricidad, pues determina la cantidad de calor que origina una corriente eléctrica al pasar por un conductor.

Trabajo	Sistema técnico	SIMELA	Sistema c.g.s.
$W = F e$	$\text{kgf m} = \text{kgm}$ $1 \text{ kgm} = 9,8 \text{ joules}$	$1 \text{ N 1m} = 1 \text{ joule}$ $1 \text{ joule} = 10^7 \text{ ergios}$	$\text{dina cm} = \text{ergio}$
equivalencia	$0,1 \text{ kgm} = 1 \text{ joule}$	$10^{-7} \text{ joules} = 1 \text{ ergio}$	

Fuerza viva

Cuando un cuerpo de masa m está en movimiento con cierta velocidad v , decimos:

El producto de la mitad de su masa por el cuadrado de la velocidad (v) que posee, es la fuerza viva del cuerpo.

En símbolos:

$$\frac{1}{2} m v^2 = \text{fuerza viva}$$

Es decir:

a) Si el cuerpo está en reposo, su fuerza viva es nula.

b) El aumento o disminución de la velocidad del cuerpo provocan respectivamente el aumento o disminución de su fuerza viva.

Así, por ejemplo:

Imaginemos un proyectil de revólver.

1º Antes de gatillar, el proyectil en reposo tiene fuerza viva nula.

2º Al gatillar, la energía provocada por la explosión determina el disparo del proyectil, que sale con velocidad v . En ese instante su fuerza viva será:

$$\frac{1}{2} m v^2$$

3º Como, por acción del rozamiento del aire, su velocidad disminuye, también disminuye su fuerza viva. Estas variaciones o transformaciones de la fuerza viva han dado origen al teorema de las fuerzas vivas.

Teorema de las fuerzas vivas

La suma algebraica de los trabajos de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo (sólido) en un intervalo de tiempo, es igual a la variación de su fuerza viva (o bien, a la variación de su energía cinética).

Supongamos un cuerpo M que cae. Lo hace con movimiento uniformemente acelerado.

Al llegar al suelo, su velocidad será v y, por ello, su energía cinética es

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

Si cayó desde cierta altura h , habrá realizado un trabajo igual al peso por la altura h de caída.

O sea:

$$W = P h = m g h \quad (1)$$

Ahora bien, h es la altura desde donde cayó el cuerpo, o sea el espacio que ha recorrido y que lo cubrió con movimiento uniformemente acelerado.

Entonces:

$$(\text{altura}) h = e \text{ (espacio)}$$

pero

$$e = 1/2 g t^2$$

luego, sustituyendo en (1),

$$W = m g 1/2 g t^2$$

o bien

$$W = 1/2 m g^2 t^2$$

y como

$$g t = v$$

es

$$g^2 t^2 = v^2$$

resulta:

$$W = 1/2 m v^2 \quad (2)$$

es decir, el trabajo realizado por el cuerpo al caer es igual a la energía cinética desarrollada.

Supongamos ahora que el cuerpo se mueve por la acción de una fuerza f .

Si el cuerpo se desplaza por acción de la fuerza f , recorrerá cierto espacio e , con movimiento uniformemente acelerado, y en consecuencia el producto de las magnitudes f y e originan un trabajo W .

O sea:

$$W = f e$$

por el principio de masa

$$f = m a$$

(masa \times aceleración)

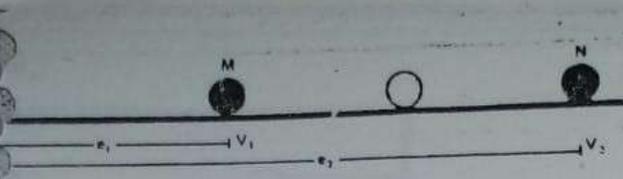


Fig. 18-11.

$e = 1/2 a t^2$
(movimiento unif. acelerado)

uego, reemplazando:

$W = m a 1/2 a t^2$

o sea:

$W = 1/2 m a^2 t^2$

como

$a t = v$

es

$a^2 t^2 = v^2$

resulta:

$W = 1/2 m v^2$

que coincide con (2).

Por último, podría ocurrir que el cuerpo estuviera dotado de cierta velocidad inicial, es decir que, al llegar al punto M (fig. 18-11), su velocidad fuera v_1 y al llegar al punto N su velocidad fuera v_2 .

En este caso el trabajo obtenido o realizado será

$W = f (e_2 - e_1)$

O sea:

$W = f e_2 - f e_1$ (1)

y, según lo demostrado más arriba,

$f e_2 = W_2 = 1/2 m v_2^2$

y $f e_1 = W_1 = 1/2 m v_1^2$

Reemplazando, queda en (1):

$W = 1/2 m v_2^2 - 1/2 m v_1^2$

y, sacando factor común $1/2 m$,

$W = 1/2 m (v_2^2 - v_1^2)$

expresión que satisface el enunciado del teorema de las fuerzas vivas.

De esta fórmula resulta que basta saber el valor de las energías iniciales y finales para conocer el trabajo desarrollado por el cuerpo.

Puede ocurrir que sea:

- a) $v_2 > v_1$ y, en este caso, el trabajo desarrollado indica un aumento de energía (caso de la caída del cuerpo).
- b) $v_2 < v_1$ y, en este caso, el trabajo desarrollado es negativo (el móvil se ha ido frenando), por lo cual la energía ha disminuido (caso del cuerpo lanzado hacia arriba).

TRANSFORMACION Y CONSERVACION DE LA ENERGIA

Las transformaciones de la energía

Si pensamos un instante cómo se produce la energía eléctrica, cuántas y cuán diversas son sus aplicaciones, nos formaremos cabal idea del "juego" de las transformaciones energéticas. En efecto:

La fábrica eléctrica, mediante la combustión del carbón (energía calórica), logra el movimiento de las turbinas (energía cinética) que genera la energía eléctrica (fig. 18-12).

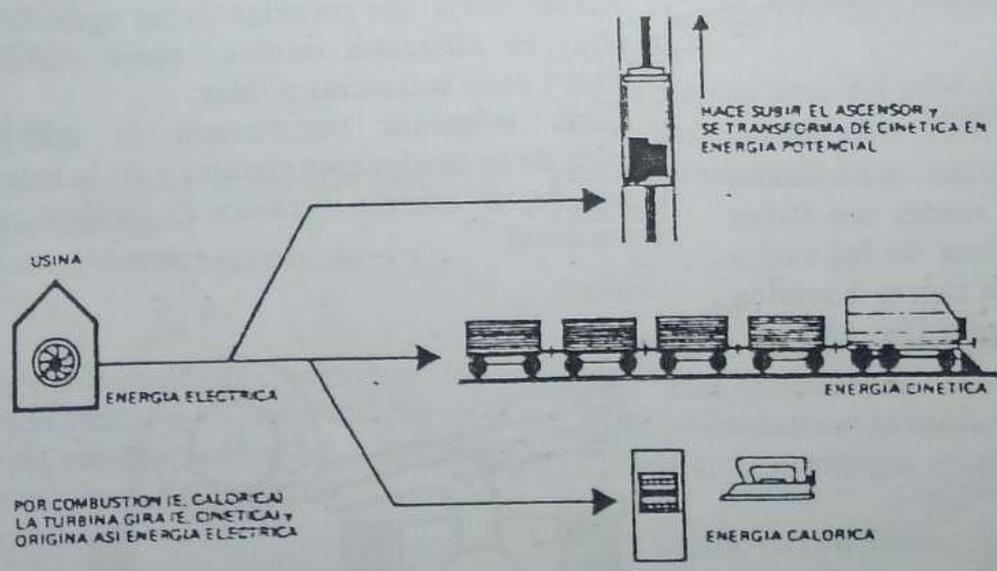


Fig. 18-12. Transformación de la energía. La energía se transforma, no se crea.

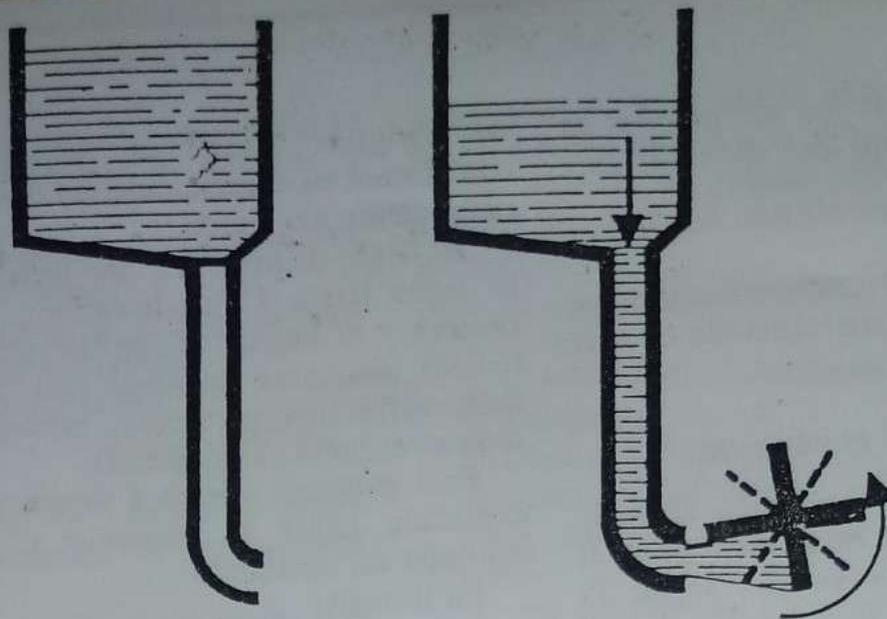


Fig. 18-13. Transformación de la energía.

Esa energía eléctrica se convierte a poco nuevamente en calor (estufa y planchas eléctricas), en movimiento o energía cinética (tren eléctrico, motores), en energía potencial (la grúa que coloca a cierta altura los bultos que descarga de un camión).

Por otra parte, el automóvil se desplaza (energía cinética) gracias a la energía originada por la combustión de la nafta o del gasóleo.

En el caso de un rifle de aire comprimido se verifican las siguientes fases:

1º El aire está comprimido (energía potencial).

2º La expansión del aire provoca el disparo del proyectil (energía cinética).

En el caso de la carga de dinamita empleada en las canteras para extraer la piedra, es la energía química de esa dinamita la que se transforma en energía o trabajo de romper la roca. Los aerocargadores no hacen más que transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica. En todos estos casos se ponen de manifiesto los cambios o transformaciones de la energía.

Siempre que se libere una energía, se producirá su transformación en otra.

Principio de conservación de la energía

Las distintas transformaciones energéticas que se producen constantemente, permiten

verificar una premisa de incalculable valor, y es la de la conservación de la energía.

Ya al estudiar los trabajos realizados producidos por medio de todos los mecanismos que conocemos (palanca, torno, poleas, plano inclinado, prensa hidráulica, etc.), hemos comprobado que no hay pérdidas ni ganancias de trabajo.

Si un tanque, situado a cierta altura h , se llena de agua, se ha almacenado determinada energía potencial ($E_p = \text{Peso} \times \text{altura}$).

Cuando ese líquido se libere, al descender por un caño, es capaz de realizar un trabajo, por ejemplo: mover una turbina, o poner en movimiento un mecanismo cualquiera (fig. 18-13). Hemos logrado convertir la energía potencial acumulada en cinética.

Si estiramos un resorte —energía cinética— y posteriormente lo liberamos, recupera su forma primitiva y, por tanto, su energía de posición (potencial). En estos dos últimos ejemplos podemos verificar que tanto la energía entregada como la liberada son iguales.

De ello resulta:

Enunciado del principio de conservación de la energía:

La energía no se crea ni se pierde, se transforma.

O bien:

La suma algebraica de las variaciones de energía de un sistema en sus distintas formas es constante.

En consecuencia:

Una máquina o mecanismo cualquiera que brinda energía, la está transformando de otra pero nunca la crea.

El juego de la energía en el péndulo

Un caso típico de transformación de energía es el del péndulo. Al estar en reposo el péndulo adoptará la posición OA según la atracción de la gravedad. Separémoslo de esa posición de equilibrio, llevándolo a la posición OB y dejémoslo luego libre (fig. 18-14).

Comenzará a oscilar:

de B pasa a A y sigue hasta C;

de C pasa a A y sigue hasta B, y así sucesivamente.

¿Qué ocurre? ¿Por qué este fenómeno, y cómo se explica? Por el llamado *juego de la energía en el péndulo*.

Cuando el péndulo es sacado de su posición de equilibrio OA a la posición OB, la esfera está más alta, es decir adquiere una cierta energía potencial.

Si soltamos el péndulo comienza a moverse según la fuerza F , que resulta de descomponer la fuerza P (peso) según dos direcciones (recuerde descomposición de fuerzas en el péndulo). Al llegar a C ocurre el mismo fenómeno que en B.

Ya hemos dicho que en OB el péndulo posee o adquirió una cierta energía potencial.

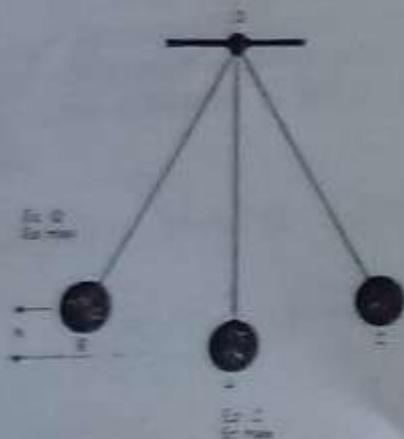


Fig. 18-14. Juego de la energía en el péndulo.

Al dirigirse hacia la posición OA se transforma en energía cinética y se mueve con movimiento acelerado.

Al llegar al punto A, por inercia el péndulo sigue hasta C produciéndose el proceso inverso y al llegar a C se transforma en potencial (debemos imaginar que, al no subir más, sufre una detención, momento en que toda su energía es potencial).

Este proceso vuelve a repetirse como lo explicado hasta el momento y el péndulo continúa así oscilando.

En síntesis:

Al llegar a la posición A.

1º La energía cinética es máxima.

2º La energía potencial es cero.

Al llegar a la posición C.

1º La energía cinética es cero.

2º La energía potencial es máxima.

Si consideramos nula la resistencia del aire y los rozamientos en el soporte, la energía potencial en B tendría que ser igual a la energía potencial en C; en consecuencia, el péndulo continuaría oscilando indefinidamente y efectuaría un movimiento continuo.

Pero la existencia de los rozamientos enunciados hacen que parte de esa energía se vaya transformando en energía calorífica y, por lo tanto, las oscilaciones vayan siendo cada vez menores (en amplitud) hasta hacer detener el péndulo.

Sistemas conservativos de energía

Hemos visto cómo se produce la transformación de energía en el péndulo; esa energía no es intercambiada con cuerpos extraños al sistema péndulo. En ese caso, como en muchos otros, las transformaciones de energía se realizan exclusivamente con los cuerpos del mismo sistema, en ese caso decimos que es un *sistema conservativo de energía*.

Degradación de energía

Supongamos un tren marchando a cierta velocidad. Posee energía cinética que se origina en la combustión del combustible

empleado (gas oil en el diésel y leña o carbón si es de vapor) o bien por transformación de energía eléctrica. Podríamos verificar que después de su paso, los rieles han sufrido, por los naturales rozamientos, un aumento de temperatura; el aire que travesó también habrá modificado esa temperatura. Es decir que la energía cinética del tren no es estrictamente igual a la originada por el motor propulsor, pues parte de esa energía se transforma en calor.

Esa energía calórica pasa a la atmósfera y no la podemos recuperar.

Existen numerosos ejemplos donde podríamos verificar que parte de la energía en sus distintas transformaciones se convierte en calor y se disipa en la atmósfera y luego no vuelve a transformarse en otra energía. Este proceso se denomina degradación de la energía.

En el próximo curso, al estudiar calor, analizaremos con más detalle este proceso.

POTENCIA LANNIZZO

Si consideramos un joven de 18 años y una persona de 60 del mismo peso que suben una escalera, es probable que el joven la suba de a 2 o 3 escalones, mientras que el señor lo hará escalón por escalón y hasta en algunas circunstancias deteniendo su marcha para lograr un descanso.

Ahora bien, en ambos casos el trabajo realizado es el mismo, ya que la fuerza (necesaria para levantar sus pesos) y la altura hasta la cual suben son las mismas respectivamente (fig. 18-15).

Solamente ha variado el tiempo en que cada uno realizó el trabajo de subir.

El factor tiempo que aparece en este caso origina un nuevo concepto, que denominamos *potencia*, por lo que damos la siguiente:

Definición de potencia

Es el trabajo que se realiza en cada unidad de tiempo.

En símbolos:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{(\text{trabajo})}{(\text{tiempo})}$$

o también:

Potencia es el cociente entre el trabajo realizado y el tiempo que se emplea para realizarlo.

Unidades de potencia

Sistema c. g. s.

Como W se mide en ergios y t , en segundos, resulta:

$$[P] = \frac{\text{erg}}{\text{seg}}$$

En el SIMELA

En este sistema el trabajo se mide en joules, y el tiempo, en segundos; por tanto:

$$[P] = \frac{\text{joule}}{\text{seg}} = w (\text{watt})$$

Decimos entonces:

Una máquina, o una persona, poseen o desarrollan la potencia de un vatio cuando realizan el trabajo de 1 joule en 1 segundo, o bien:

Watt (w)

Es la unidad de potencia en el sistema M.K.S. o Giorgi. Es la potencia que se desarrolla al efectuar el trabajo de 1 joule en 1 segundo.

Kilowatt (kw)

Un kilowatt es la potencia igual a 1.000 watt.

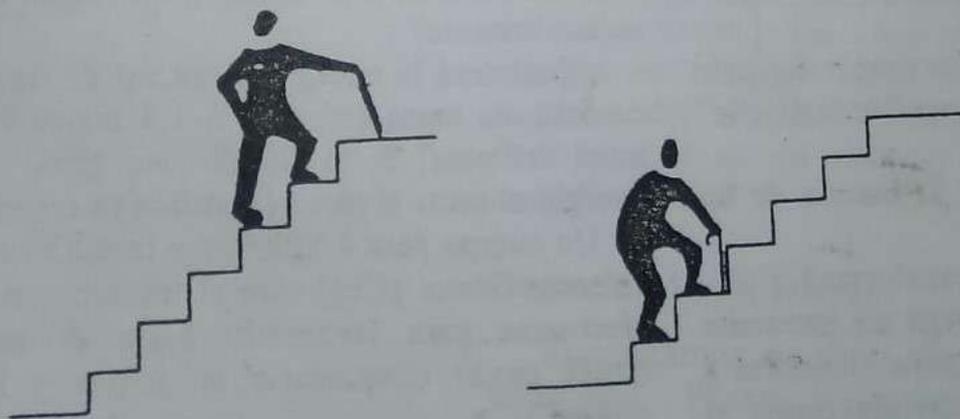


Fig. 18-19. Potencia. El trabajo realizado para subir es el mismo pero el joven lo hace en menos tiempo que el anciano. El joven posee más potencia.

Sistema técnico

Como el trabajo, en este caso, se mide en kgm y el tiempo en segundos es:

$$[P] = \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}$$

El caballo vapor

Cuando el trabajo es de 75 kgm, en 1 segundo, la unidad de potencia se denomina caballo vapor y se representa así: C.V.

En símbolos:

$$\text{C.V.} = 75 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}$$

Un caballo vapor es la potencia desarrollada al efectuar el trabajo de 75 kgm en un segundo.

El HP (Horse Power)

Esta es la unidad de potencia correspondiente al sistema inglés de medidas.

El físico inglés J. Watt empleó un caballo que levantaba 150 libras después de recorrer 2,5 millas en 1 hora, potencia que denominó HP.

Entonces:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{fe}{t} = \frac{150 \text{ libras } 2,5 \text{ millas}}{1 \text{ h}}$$

como

$$\begin{aligned} 150 \text{ libras} &\equiv 68,1 \text{ kgf} \\ 2,5 \text{ millas} &\equiv 4.022,5 \text{ m} \end{aligned}$$

y

$$1 \text{ h} = 3.600 \text{ seg}$$

resulta

$$\begin{aligned} P &= \frac{68,1 \text{ kgf } 4.022,5 \text{ m}}{3.600 \text{ seg}} = \\ &= 76,04 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} \end{aligned}$$

luego si

$$1 \text{ H.P.} = 76,04 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}$$

y

$$1 \text{ C.V.} = 75 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}$$

resulta una diferencia de

$$1,04 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}$$

Además las equivalencias serían:

si

$$76,04 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} \text{ ----- } 1 \text{ H.P.}$$

$$75 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} \text{ ----- } x$$

$$x = \frac{1 \text{ H.P. } 75 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}}{76,04 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}} = 0,9863 \text{ H.P.}$$

o sea:

$$1 \text{ C.V.} = 0,9863 \text{ H.P.}$$

Si

$$75 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} \text{ ----- } 1 \text{ C.V.}$$

$$76,04 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} \text{ ----- } x$$

$$x = \frac{76,04 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} 1 \text{ C.V.}}{75 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}} = 1,0139 \text{ C.V.}$$

En síntesis:

$$1 \text{ C.V.} = 0,9863 \text{ H.P.}$$

y

$$1 \text{ H.P.} = 1,0139 \text{ C.V.}$$

Casi no existe diferencia entre el C.V. y el H.P.

Equivalencias entre las unidades de potencia

$$1 \text{ C.V.} = 75 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}}$$

y como

$$1 \text{ kgm} = 9,8 \text{ joule}$$

resulta

$$75 \text{ kgm} = 75 \times 9,8 \text{ joule} = 735 \text{ joule}$$

luego:

$$1 \text{ C.V.} = 735 \frac{\text{joule}}{\text{seg}} = 735 \text{ watt}$$

Como $1.000 \text{ w} = 1 \text{ kw}$

es: $1 \text{ w} = \frac{1}{1.000} \text{ kw}$

resulta: $735 \text{ w} = 0,735 \text{ kw}$

Además, como

$$1 \text{ kgm} = 9,8 \text{ joule} = 9,8 \cdot 10^7 \text{ erg}$$

resulta:

$$1 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} = 9,8 \frac{\text{joule}}{\text{seg}} = 9,8 \text{ w}$$

$$1 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} = 9,8 \cdot 10^7 \frac{\text{erg}}{\text{seg}}$$

En resumen:

$$1 \text{ C.V.} = 75 \frac{\text{kgm}}{\text{seg}} = 735 \text{ w} = 0,735 \text{ kw}$$

Hemos estado hablando de watt y kilowatt, unidades ya conocidas por los alumnos, sobre todo cuando se conversa de electricidad. Ahora bien, no debe creerse que estas unidades tienen origen eléctrico, es decir, que son de aplicación única a asuntos eléctricos.

Se aplican a la electricidad, pues la electricidad es una forma de potencia.

Es decir, por medio de la corriente eléctrica se produce un trabajo en determinado tiempo, por ejemplo: el trabajo desarrollado por un motor eléctrico al hacer subir un ascensor en t segundos.

Y así como en general la potencia eléctrica se expresa en watt o en kilowatt, podría haberse empleado el C.V. (por ejemplo en el caso de los motores) y, reciprocamente, la potencia de un automóvil (por ejemplo de 80 C.V.) podría expresarse en watt o kilowatt.

El kilowatt-hora

Asimismo, cuando se trata de tarifas eléctricas, se toma como base una unidad que se llama kilowatt-hora.

¿Quién no ha hablado u oído hablar del

precio del kilowatt-hora? Pero, ¿unidad de qué es el kilowatt-hora?

Observemos:

Hemos dicho que

$$P (\text{potencia}) = \frac{W}{t}$$

luego: $W = P \cdot t$

si $P = 1 \text{ kw}$

y $t = 1 \text{ h}$

es $W = 1 \text{ kw} \cdot 1 \text{ h}$

en consecuencia:

El kilowatt-hora es unidad de trabajo.

Equivalencia del kw-h

$$1 \text{ kw} = 1.000 \text{ w}$$

$$1 \text{ h} = 3.600 \text{ seg}$$

$$\text{w seg} = \frac{\text{joule}}{\text{seg}} \text{ seg}$$

simplificando queda:

$$\text{w seg} = \text{joule}$$

de donde:

$$1 \text{ kw-h} = 1.000 \text{ w} \cdot 3.600 \text{ seg}$$

o sea: $1 \text{ kw-h} = 3.600.000 \text{ joules}$

El kw-h es unidad de trabajo y equivale a 3.600.000 joules.

Relación entre potencia y velocidad

Según la definición de potencia,

$$P = \frac{W}{t}$$

como

$$W = F \cdot e$$

$$P = \frac{F \cdot e}{t}$$

y como

$$\frac{e}{t} = v$$

nos queda

$$P = F v$$

o sea:

La potencia es igual al producto de la fuerza aplicada por la velocidad (o número de revoluciones) en efectu... el trabajo.

Para entender mejor esta nueva expresión de potencia, debemos recordar que hay motores o mecanismos que si bien poseen igual potencia no pueden realizar el mismo tipo de tarea.

Por ejemplo:

En el caso del motor de un lavarropas y de un torno, el primero debe tener más velocidad

que fuerza, mientras que el del torno debe poseer más fuerza que velocidad.

La velocidad está indicada en el motor por el número de revoluciones por minuto o, mejor, cada minuto.

¿Por qué se aconseja no colocar en el vaso de la licuadora cubitos de hielo? Pues porque el motor posee muy poca fuerza y mucha velocidad.

En el caso del automóvil, la caja de velocidades permite al motor, por ejemplo, de 180 C.V., aumentar o disminuir su velocidad a fin de disminuir o aumentar su fuerza.

Así, en primera velocidad, es capaz de desarrollar mayor fuerza (menor velocidad) y en tercera, es capaz de desarrollar mayor velocidad (menor fuerza) sin que varíe su potencia.

Equivalencia entre las unidades de potencia

	w	kw	C.V.	kgm/seg
w	1	0,001	0,00136	0,102
kw	1.000	1	1,36	102
C.V.	735	0,735	1	75
kgm/seg	9,8	0,0098	0,0133	1

Importancia de la generación de energía

Cuando analizamos con algún detenimiento todos los procesos de la vida moderna que nos rodean vemos que no existe nada de lo que se come, se bebe, se emplea para vestir, sirve para divertirse o bien para curar enfermedades, así como para trasladarse, en que de alguna manera no se consuma energía.

Podríamos afirmar que la energía desde el instante en que el hombre descubrió cómo ponerla a trabajar para él, se ha transformado en su genio, en su fuerza intelectual más creativa.

La energía que puede desarrollar una sola persona durante ocho horas diarias es de 1/10 C.V. La tecnología actual permite disponer en

su casa, sin moverse, de una energía de 10 a 15 C.V., equivalente a la que le brindarían unos 100 esclavos.

La distribución del uso de combustibles es la siguiente:

- 1º) industrial;
- 2º) servicios eléctricos;
- 3º) transporte;
- 4º) uso hogareño y comercial;
- 5º) diversos usos no energéticos.

De acuerdo con las investigaciones realizadas hasta la fecha se juzga que las reservas de petróleo y gas se limitan a periodos que van entre 30 y 50 o 60 años.

Ante este hecho el hombre quedaría nuevamente obligado a volver al uso masivo

del carbón. Este combustible hasta el momento parece que se halla en condiciones de satisfacer necesidades a mucho mayor plazo.

De atenderse al actual consumo de carbón, las reservas podrían durar varios siglos. Pero es evidente que al anularse el uso de otros combustibles (petróleo y gas) se incrementaría de tal modo el empleo del carbón que aquel tiempo es hipotético.

El hombre vive en una verdadera vorágine de energía; basta con indicar que en el último cuarto de siglo se produce la mayor parte del consumo de combustibles fósiles y se habla de déficit. En este masivo empleo de combustibles, el uso del carbón ha permanecido casi constante, mientras que para el gas y el petróleo el incremento ha sido meteórico. Es suficiente señalar que en 1945 descubrir o habilitar 25 pozos de petróleo constituía una exploración significativa, en tanto en 1960 lo significativo era lograr habilitar 60 o 70 pozos, sin considerar que ha decaído la cantidad de petróleo encontrada por superficie perforada.

En realidad la extinción total de esos combustibles no ha de llegar nunca a cero, pero si recordamos que obtenerlos implica gastos de energía, llegará un momento en que el rendimiento respecto de la energía empleada para su extracción, destilado, etc., resultará negativo y por lo tanto, anti-económico y no se extraerá.

Problemas originados por el uso de combustibles clásicos

La combustión de combustibles fósiles provoca una contaminación de tal valor que atenta contra la vida terrestre (animal y vegetal).

Respecto de la contaminación debemos apuntar que una planta generadora de energía eléctrica alimentada por combustión a carbón, tiene un rendimiento del cuarenta por ciento. De este modo el consumo de 350 toneladas de carbón por hora produce 940 toneladas de dióxido de carbono, 3,4 de óxido de nitrógeno y 34 de cenizas. Esto significa que esas usinas son las principales generadoras de las citadas emanaciones en la atmósfera.

En casi todos los países industrializados los respectivos gobiernos están imponiendo condiciones para el uso de combustibles que no produzcan tales tipos de contaminación.

Recursos energéticos y reservas

Recursos energéticos: Esta denominación señala el valor total de recursos que almacena la Tierra.

Reservas: Es la parte de los recursos que de alguna forma pueden ser aprovechados en la actualidad o en el futuro.

A medida que varíen las condiciones económicas y tecnológicas se irán modificando los cálculos de recursos y las posibilidades de aumentar las reservas.

Energía geotérmica

Consiste en el aprovechamiento del agua y vapores que a alta temperatura y presión provienen del interior de la Tierra.

Podríamos decir que el subsuelo terrestre actúa como verdadera caldera.

La energía geotermal es de hecho de bajo costo, de ahí que esté ganando rápidamente numerosos adeptos.

En nuestro país ya funcionan aprovechamientos geotérmicos en Bahía Blanca con agua a 60 grados.

Los estudios realizados en Neuquén han permitido inaugurar en 1988 una usina geotérmica que provee energía eléctrica a una zona de la provincia.

Asimismo en Salta y Santiago del Estero se realizan estudios para el aprovechamiento de la energía geotérmica.

Energía solar

Es el aprovechamiento de la energía solar para producir calor o energía eléctrica.

Por lo estudiado en biología sabemos de la gran importancia que tiene el Sol para la vida del hombre, a partir del proceso de la fotosíntesis.

La idea de aprovechar la energía solar no es nueva, se remonta a siglos atrás (Arquimedes, artecas, etc.).

En la actualidad se ha llegado a la

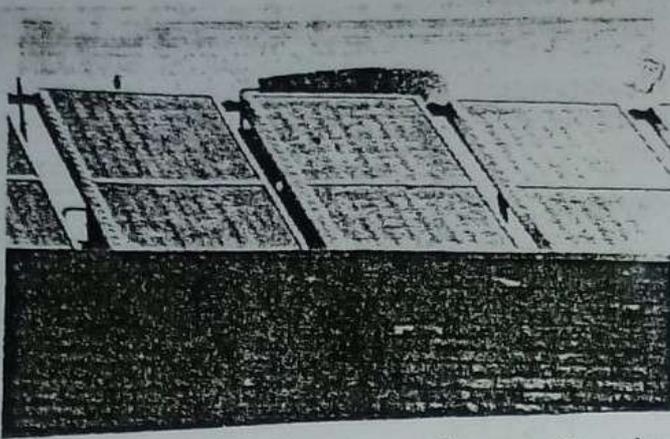


Fig. 18-20. Aprovechamiento de energía solar para calentar agua (Parque K.D.T., ciudad de Buenos Aires).

obtención de energía eléctrica mediante el uso de baterías solares en satélites y naves espaciales, equipos transmisores y pequeñas instalaciones domésticas (figs. 18-20 y 18-21).

En EE.UU. se estudia el modo de utilizar en forma masiva este tipo de energía a partir de satélites en órbita terrestre para convertir la energía solar y transmitirla a Tierra. En este aspecto debemos destacar que este proceso está totalmente libre de contaminación ambiental.

El trámite, en síntesis, sería captar la energía solar por satélites estacionarios que la transformarían en electricidad para luego convertirla en microondas que enviadas a una estación terrestre procedería a su reconversión en energía eléctrica.

Los estudios a la fecha indican que este proceso es factible. Si bien en principio resultaría costoso, el beneficio en todo sentido además del biológico por falta de contaminación hacen aconsejable lograr la realidad de este proyecto.

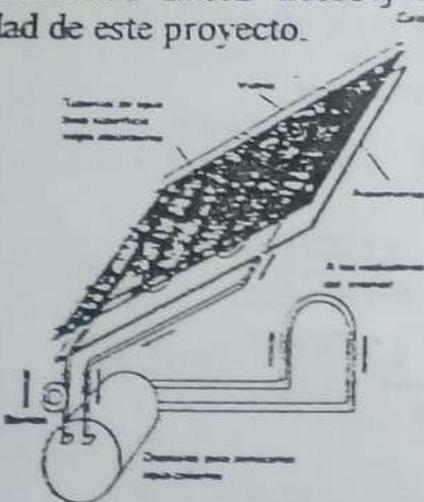


Fig. 18-21. Colector solar.

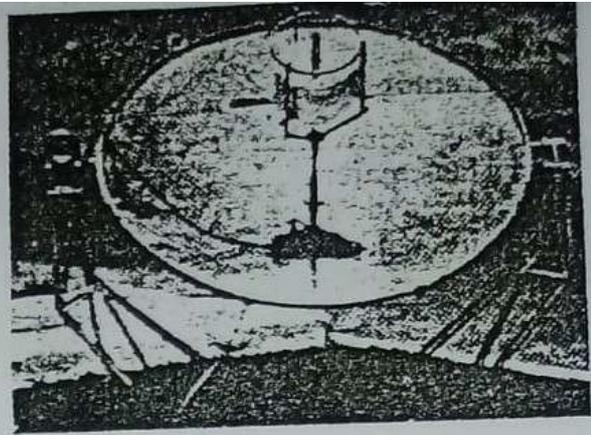


Fig. 18-22. Horno solar (colector parabólico).

Se calcula que uno de esos satélites podría generar 10.000 megawatt, potencia que permitiría solucionar las necesidades de una ciudad como Nueva York en el año 2000 y con 100 todos los Estados Unidos.

La utilización en forma masiva de la energía solar se basa en:

a) Uso de películas delgadas que absorben las radiaciones solares cuyo calor (538°C) permitiría poner calderas para accionar turbinas.

b) El empleo de células solares, las que transforman directamente la energía solar en eléctrica.

c) La concentración de la energía calórica mediante espejos curvos y/o lentes. Esto constituye las llamadas *granjas solares*.

En nuestro país se ha desarrollado con bastante intensidad este aspecto, sobre todo en la zona norte (Salta, La Rioja, Chaco, Formosa, norte de Santa Fe, Santiago del Estero) del país especialmente para calefacción y termotanques (figuras 18-22 y 18-23).

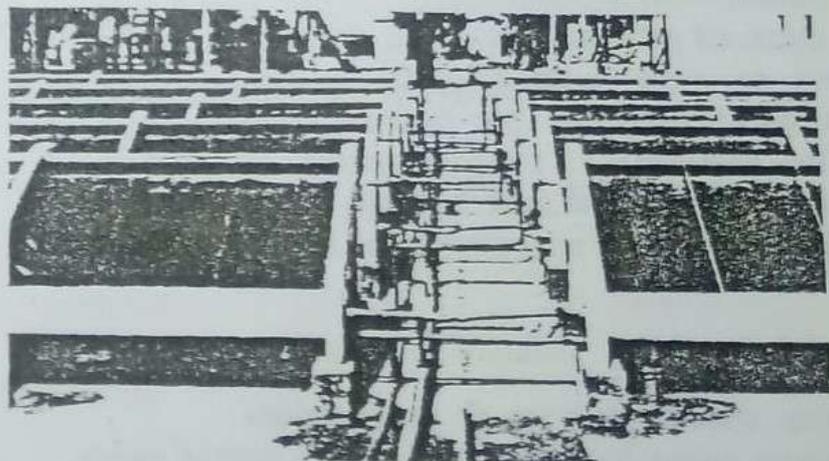


Fig. 18-23. Vista parcial de la planta potabilizadora solar de agua. El Cebollar (La Rioja).

Consiste en aprovechar la energía provocada por las mareas. La electricidad se genera almacenando agua en los periodos de pleamar y liberándola en el momento de la bajamar.

Gracias a ese sube y baja del agua las turbinas especiales generan la energía eléctrica.

Esta técnica fue utilizada por primera vez en Francia donde funciona una usina de 600 millones de kw-h al año (y se considera una modesta usina). Está ubicada en el río Rance (Francia cerca de Bretaña) (fig. 18-24).

En Rusia se ha instalado una que brinda 400 kw. Existen proyectos para instalar otras en Canadá y Alaska.

En nuestro país se estima que son muy promisorias (15.000 millones de kw-h) las reservas existentes para explotar la energía mareológica. Baste recordar que mientras el río Rance tiene variaciones de 9,5 m entre la marea alta y la baja las amplitudes de Santa Cruz y Río Gallegos alcanzan valores superiores a los 12 metros.

Desde 1928 existen proyectos de factibilidad que comprenden el Golfo San Jorge, Santa Cruz, Río Gallegos, San Julián y Puerto Deseado con un total de potencial energético de 15.000 millones de kw-h.

El informe de la comisión respectiva indica que las mareas representan el mayor recurso energético del país.

Energía eólica

Llamamos así a la originada a partir del viento por medio de molinos, aerocargadores, etc. Recordemos que la energía cinética que brinda el viento es proporcional al cubo de su velocidad. Por ello al duplicarse esa velocidad la energía cinética será ocho veces (2^3) mayor.

En 1850 se calcula que había tal cantidad de molinos de viento que generaban 1,5 billón

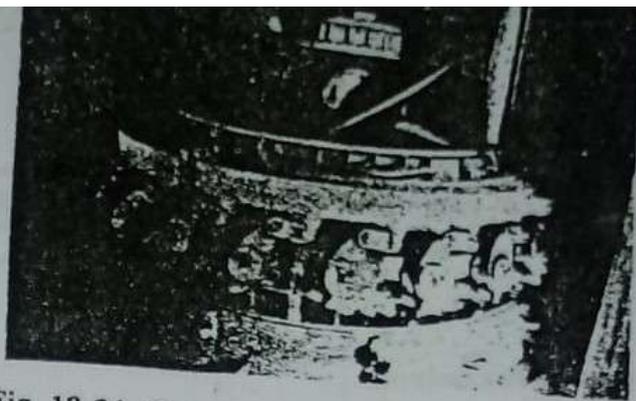


Fig. 18-24. Fotografía de turbina de la usina mareomotriz del río Rance (Francia).

de C.V., equivalentes a 12 millones de toneladas de carbón.

En nuestro país los molinos de viento están prácticamente destinados al funcionamiento de bombas para extraer agua. Un porcentaje mínimo, a la generación de energía eléctrica.

Debemos destacar que la Comisión Nacional de Investigaciones Aero-Espaciales realiza importantes estudios para aprovechar la energía en zonas patagónicas y precordilleranas (fig. 18-25).

Se considera que a fines del siglo en el mundo se podrían obtener alrededor de 1,5 billón de megawatt-hora por año gracias a la acción del viento.

El Instituto de Construcciones Navales de Hamburgo proyecta un barco de navegación a vela con carga útil de 17.000 toneladas con 6 mástiles de aluminio, giratorios por sistema de computación e informados por satélites y que podría desarrollar velocidades de hasta 20 nudos.

Energía nuclear

Consiste en aprovechar la energía que se produce en el proceso de la fisión nuclear.

Es una de las fuentes de energía más importante.

Si recordamos que 1 kg de material fisiónable genera una energía equivalente a un promedio de 2 millones de kilogramos de petróleo, tendremos en claro la importancia de este proceso.

Amundsen, explorador noruego, en 1894 construyó una usina con un aerocargador que le brindó energía eléctrica en el Ártico.

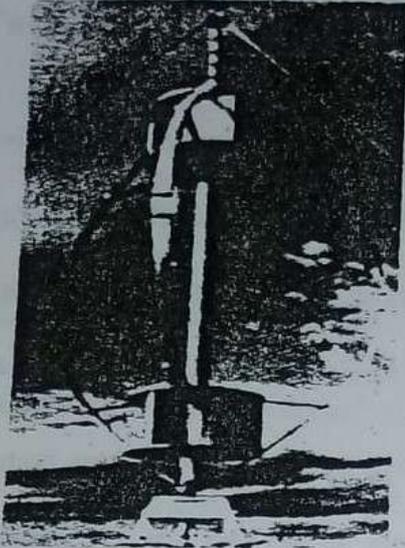


Fig. 18-25. Fotografía del aerocargador de eje vertical instalado por la Comisión Nacional de Investigaciones Aero-Espaciales (C.I.A.E.) en la estación experimental de Comodoro Rivadavia y que genera una potencia de 20 kw. Otro similar, a cargo del Consejo Federal de Inversiones, está ubicado en Antofagasta de la Sierra (Catamarca) y genera 5 kw.

Este método se origina en el año 1957 y se promueve como un nuevo camino en la búsqueda de la solución de los problemas energéticos futuros.

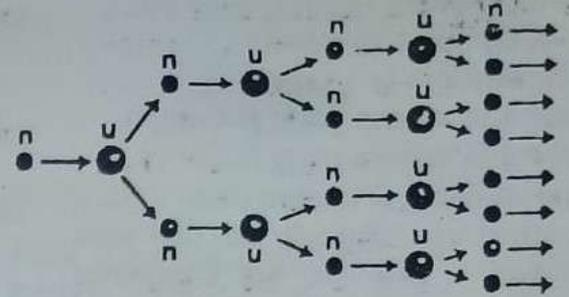


Fig. 18-26. Esquema de una reacción en cadena, a partir del bombardeo de uranio mediante electrones.

El proceso de la fisión nuclear (fig. 18-26) provoca calor, el cual calienta agua que a estado de vapor y gran presión actúa sobre la turbina que genera la energía eléctrica. De ahí que el material fisionable —uranio 235— se denomina *combustible atómico*.

Si bien es muy reciente el empleo de esta técnica podemos decir que a pesar de las polémicas que ha provocado por los riesgos que genera, es una de las fuentes más importantes para lograr energía eléctrica.

Podríamos agregar que es un proceso de transición y limitado al éxito que se logre, a corto plazo, al aprovechar integral y masivamente la energía solar.