FÍSICA TEMA 3 ENERGÍA

1.- ENERGÍA

La energía es una propiedad de todo cuerpo o sistema material en virtud de la cual éste puede transformarse, modificando su estado o situación, así como actuar sobre otros originando en ellos procesos de transformación. Es decir,

Es la capacidad que tienen los cuerpos de producir transformaciones.

Ejemplo: Un cuerpo situado a una altura puede cambiar de posición.

La unidad de la energía en el S.I. es el ***Julio***

2.- *TRABAJO*

Cuando de un sistema se transfiere energía a otro y, como consecuencia de dicha transferencia, se produce un desplazamiento en el segundo sistema, se dice que se ha realizado un trabajo. Es decir, el trabajo no es más que un proceso de intercambio de energía mediante el cual se produce un cambio de posición en uno o varios cuerpos.

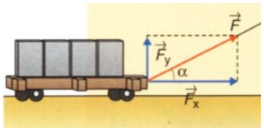
Pero, para que se produzca un desplazamiento en un cuerpo que se encontraba en reposo es necesaria la acción de una fuerza. Por este motivo se define el trabajo, matemáticamente, como el producto escalar del vector fuerza por el vector desplazamiento.

$$W = \vec{F} \cdot \overrightarrow{\Delta r} = |\vec{F}| \cdot |\overrightarrow{\Delta r}| \cdot \cos\alpha$$

$|\vec{F}|$: módulo de la fuerza aplicada

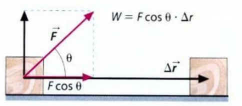
$|\overrightarrow{\Delta r}|$: desplazamiento

α : ángulo que forman $\vec{F}$ y $\overrightarrow{\Delta r}$

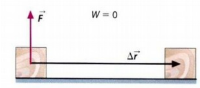


De acuerdo con la definición de trabajo podemos sacar las siguientes conclusiones:

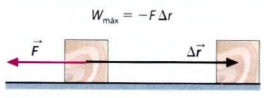
- La única fuerza que interviene en el trabajo es la componente según la dirección del desplazamiento



- Cuando la fuerza que se ejerce es perpendicular al desplazamiento el trabajo realizado es nulo



- Si no existe desplazamiento el trabajo es nulo, por más que actúe la fuerza.
- El trabajo pude ser positivo o negativo, según que el objeto se mueva en el mismo sentido o en sentido opuesto a la fuerza aplicada.



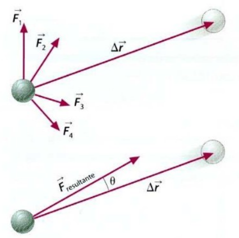
La unidad de trabajo en el sistema internacional es el julio (J). Se define como ***el trabajo realizado al desplazar un cuerpo, ejerciendo una fuerza de 1 N una distancia de 1 metro en la dirección en que actúa la fuerza.***

Cuando son varias las fuerzas que actúan sobre un mismo cuerpo, entonces el trabajo realizado por dichas fuerzas al desplazar el cuerpo es el mismo que el que realizaría la resultante de todas ellas, de modo que el trabajo total es la suma de los trabajos efectuados por cada una de ellas. Es decir:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \ldots + W_n$$

Si $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \ldots \vec{F}_n$ son las fuerzas que actúan mientras el cuerpo se desplaza $\overrightarrow{\Delta r}$, entonces:

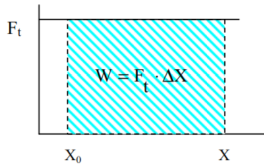
$$W = \vec{F}_1\overrightarrow{\Delta r} + \vec{F}_2\overrightarrow{\Delta r} + \ldots + \vec{F}_n\overrightarrow{\Delta r} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_n)\,\overrightarrow{\Delta r}$$



Ahora bien, la suma vectorial de todas las fuerzas es justamente la resultante de todas ellas. Por tanto, el trabajo efectuado por esas fuerzas equivale al trabajo realizado por la resultante de todas ellas:

$$W = \sum \vec{F}_i\overrightarrow{\Delta r} = F_{resultante}\,\Delta r\cos\theta$$

Si representamos gráficamente la componente tangencial frente a la posición (x), el trabajo coincide con el área del rectángulo de la gráfica (Ft - x):



- Un trabajo supone una variación de energía:

$$W = E_{final} - E_{inicial} = \Delta E$$

- **Criterio de signos**:
  - Si el trabajo lo realiza el cuerpo: $E_f < E_i$. Por tanto: $W < 0$
  - Si el trabajo es realizado por el cuerpo: $E_f > E_i$: Por tanto: $W > 0$.

  Este criterio es llamado: ***Criterio de signos Egoísta.***

3.- POTENCIA

La potencia expresa la eficacia de un trabajo. El trabajo realizado por unidad de tiempo. El trabajo realizado más rápidamente es más eficaz.

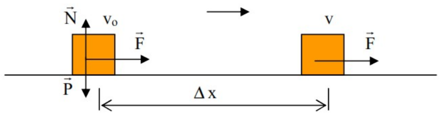
$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

La unidad de potencia en el SI es el **vatio (w)**, que se define como la potencia desarrollada cuando se realiza el trabajo de 1 julio en 1 segundo: 1W = 1 J/s.
También se emplea como unidad el caballo de vapor: 1 CV = 735 W

4.- ENERGÍA CINÉTICA

De la experiencia cotidiana observamos que los cuerpos pueden realizar un trabajo al adquirir una velocidad. Esta energía asociada al movimiento de un cuerpo recibe el nombre de **energía cinética**, y la representaremos por E_c.

Para deducir el valor de la energía cinética consideremos un cuerpo de masa m apoyado en una superficie horizontal con velocidad v_0 sobre el que actúa una fuerza F, constante y horizontal, que va a desplazar al cuerpo una distancia Δx hasta adquirir una velocidad v.



Observando la figura deducimos que F es la resultante de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo (P y N se contrarrestan), y por aplicación de la 2ª ley de Newton el cuerpo adquiere una aceleración constante, por lo que el cuerpo llevará un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y aplicando las correspondientes ecuaciones del movimiento, obtenemos:

$$v^2 - v_o^2 = 2 \cdot a \cdot \Delta x \quad \Rightarrow \quad \Delta x = \frac{v^2 - v_o^2}{2 \cdot a}$$

Calculando el trabajo que realiza la fuerza resultante sobre el cuerpo se obtiene:

$$W(F\,resultante) = F \cdot \Delta x \cdot \cos 0 = F \cdot \Delta x = m \cdot a \cdot \frac{v^2 - v_o^2}{2 \cdot a} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_o^2$$

Por otra parte sabemos que el trabajo realizado sobre el cuerpo sirve para incrementar su energía, y como en este caso sólo se ha modificado su velocidad, y la energía asociada a la misma se llama energía cinética, podemos poner:

$$\boxed{W(F\,resul.) = Ec_2 - Ec_1 = \Delta Ec}$$

comparando ambas expresiones se deduce que:

$$\boxed{Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2}$$

La ecuación $\boxed{W\ (F\ resultante) = \Delta Ec}$ es conocida como:

teorema de las fuerzas vivas o teorema de la energía cinética: "el trabajo realizado sobre un cuerpo por la fuerza resultante se invierte en variar su energía cinética".
Aunque no lo veremos, se puede demostrar que este teorema es completamente general y no depende de la naturaleza ni de la dirección de las fuerzas que actúan (exterior, rozamiento, peso….), se aplica a la resultante de todas ellas.

5.- FUERZAS CONSERVATIVAS. ENERGÍA POTENCIAL.

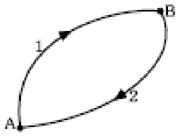
5.1.- FUERZAS CONSERVATIVAS

Una fuerza es conservativa cuando, al calcular el trabajo que realiza en un desplazamiento entre dos puntos es independiente del camino seguido y sólo depende del punto inicial y final.

(Son fuerzas conservativas la fuerza gravitatoria, la elástica y la electrostática)

Consideremos una fuerza F constante que actúa sobre una partícula y ésta se desplaza de A a B a lo largo de una trayectoria I. Si calculamos el trabajo realizado por la fuerza F:

$$W_{A\to B}=\int_A^B \vec{F}\,d\vec{r}\,;\ \vec{F}=cte\,;\ W_{A\to B}=\vec{F}\int_A^B d\vec{r}=\vec{F}\,(\vec{r}_B-\vec{r}_A)$$



Por tanto, el trabajo sólo depende del punto inicial y final y será igual si se sigue otra trayectoria diferente (II, III...)

Consecuencias:

Supongamos un camino cerrado, en el que volvemos al mismo punto de partida.

El trabajo total será $W_{TOT} = W_{AB1} + W_{BA\,2}$

El trabajo de "ida" será igual que el de "vuelta" pero de signo contrario

$W_{BA\,2} = -W_{AB\,1}$ con lo que nos queda que $W_{TOT} = W_{AB1} - W_{AB1} = 0$

Si una fuerza es conservativa, el trabajo que realiza en cualquier recorrido cerrado es siempre cero. Esto se expresa de esta forma:

$$\oint \vec{F}\cdot d\vec{r} = 0$$

La circulación del vector fuerza es cero.

5.2.- ENERGÍA POTENCIAL

Suponemos una partícula que pasa desde un punto A a otro B por la acción de una fuerza conservativa. Si la partícula retorna al punto A realizará un trabajo igual pero de signo contrario.

Es como si la partícula situada en B acumulara en su "haber" capacidad para desarrollar un trabajo para retornar al punto A.

Se define Energía Potencial como la energía almacenada por un cuerpo cuando sobre éste actúa una fuerza conservativa.

Se dice, por tanto, que un cuerpo tiene Energía Potencial cuando, en virtud de su posición, puede realizar un trabajo.

El cuerpo tiene almacenada una cierta energía potencial Ep_A en el punto A, y otra energía potencial Ep_B en el punto B. De esta forma, el trabajo realizado por la fuerza al desplazarse entre A y B, coincide con el cambio en dicha energía potencial. Así

$W_{FC} = -\Delta Ep = Ep_A - Ep_B$

(El signo negativo se incluye para que el resultado del trabajo realizado por el campo sea positivo y si se realiza en contra del campo sea negativo)

Observamos que definimos la energía potencial de forma que siempre calculamos diferencias de energía entre dos valores. De hecho, sabemos la diferencia, no el valor concreto en cada punto.

Para tener un valor en cada punto, debemos establecer un origen de potencial , un punto en el que digamos que la energía potencial vale cero. Según el punto que se escoja obtendremos una fórmula para la Ep u otra.

Cálculo de la Ep asociada a una fuerza conservativa: La expresión de la Ep se calcula a partir del trabajo realizado por la fuerza

$$\mathbf{W_{FC} = -\Delta Ep}$$

A.- ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA

Elevamos un cuerpo de masa m cierta altura h por encima de su posición inicial, aplicando para ello una fuerza igual en módulo a su peso y en sentido opuesto. De este modo el cuerpo asciende con velocidad constante y no varía su energía cinética.

El trabajo realizado por la fuerza peso cuando el cuerpo asciende por efecto de la fuerza F es

$$W = -m\cdot g\cdot\vec{j}\cdot h\,\vec{j} = -m\cdot g\cdot h$$

y es negativo porque la fuerza peso y el desplazamiento tienen sentido opuesto

Pero si una vez situado el cuerpo a una altura h dejamos de aplicar la fuerza F, el peso devuelve este trabajo en el descenso

$$W = m\cdot g\cdot h$$

De esta manera el trabajo total en los trayectos de subida y bajada

$$W_{TOTAL} = -m\cdot g\cdot h + m\cdot g\cdot h = 0$$

Así pues, la fuerza peso es una **fuerza conservativa**. El trabajo realizado por la fuerza peso cuando el cuerpo se desplaza desde un punto situado en h_1 hasta un punto situado en h_2 es: $Wp = - m \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$

$$Wp = - m \cdot g \cdot (h_2 - h_1) = - \Delta Ep = Ep_1 - Ep_2$$

Cada uno de los términos de la forma m·g·h recibe el nombre de energía potencial gravitatoria, Ep. Podemos escribir: $W = -\Delta Ep$

• Al tomar como expresión de la energía potencial gravitatoria el valor mgh, estamos considerando que dicha energía potencial varía con la altura. Sin embargo, no tenemos en cuenta la variación de g con la altura, por lo que dicha expresión debe restringirse a pequeñas alturas sobre la superficie terrestre, en las que el valor de g se supone prácticamente constante.
• Establecer mgh como la expresión de la energía potencial gravitatoria significa que hemos fijado arbitrariamente un "valor cero" de energía potencial para una altura h = 0. Se suele considerar como cero la energía potencial del suelo donde llevamos a cabo el experimento. Sin embargo ese criterio es totalmente arbitrario. La razón de esta elección arbitraria es que en la mayoría de los casos solo interesa medir variaciones de energía potencial.
• La energía potencial puede ser tanto positiva como negativa, dependiendo de donde situemos el nivel cero de altura.

B.- ENERGÍA POTENCIAL ELÁSTICA

De igual forma, al dejar libre un muelle comprimido, se puede demostrar que la fuerza recuperadora realizaría un trabajo tal, que se cumpliría: $W_{elástica} = -\Delta E_p$

La energía potencial elástica viene dada por la expresión: $Ep = ½ Kx^2$

6.- ENERGÍA MECÁNICA. CONSERVACIÓN

Una consecuencia importante de lo visto hasta ahora es que los diferentes tipos de energía estudiados pueden ser convertidos en trabajo mecánico; pues bien, se llama energía mecánica de un cuerpo a la energía total que puede transformarse íntegramente en trabajo y, por tanto, es la suma de la energía cinética y las diferentes potenciales que posea el cuerpo (gravitatoria, elástica,...).

$$Em = Ec + Ep$$

6.1.- TEOREMA DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA:

Supongamos un cuerpo que se mueve bajo la acción de diferentes fuerzas:

$$W\ total = W(\vec{F}\ resultante) = W(\vec{F}\ conserv.) + W(\vec{F}\ ext.)$$

$$\text{Si el } W(\vec{F}\ ext.) = 0 \quad \Rightarrow \quad W(\vec{F}\ resultante) = W(\vec{F}\ conserv.)$$

$$\text{como} \quad W(\vec{F}\ resultante) = \Delta Ec \quad \text{y} \quad W\ conserv. = -\Delta E_p \quad , \quad \text{resulta:}$$

$$\Delta Ec = -\Delta Ep \quad ; \quad \Delta Ec + \Delta Ep = 0 \quad , \quad \boxed{\Delta Em = 0} \quad , \quad \text{es decir:}$$

$$\boxed{Em_1 = Em_2} \qquad \boxed{Ec_1 + Ep_1 = Ec_2 + Ep_2}$$

lo que constituye el teorema de conservación de la energía mecánica:

" En un sistema aislado (no actúa ninguna fuerza exterior sobre él) la energía mecánica del sistema permanece constante".

En conclusión, en un sistema aislado la energía puede transformarse de unas formas a otras (de cinética a potencial o viceversa), pero la energía total permanecerá constante. Por esta razón las fuerzas gravitatorias y la elásticas se llaman fuerzas conservativas (la Em se conserva).

6.2.- FUERZAS NO CONSERVATIVAS. ROZAMIENTO. GENERALIZACIÓN DEL TEOREMA DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

En los sistemas físicos reales no sólo participan las fuerzas internas conservativas del sistema (gravitatorias, elásticas..); por el contrario, lo habitual es que existan también fuerzas exteriores entre ellas el rozamiento que hacen que no se conserva la Em, por lo cual se llaman no conservativas.

Un ejemplo típico lo constituye la FUERZA DE ROZAMIENTO. El trabajo realizado por el rozamiento es negativo, por lo que se produce una disminuciónde la energía mecánica del sistema. Parte de la energía mecánica del sistema se disipa en forma de calor; por ello, las fuerzas como el rozamiento se llaman disipativas. $Wext = \Delta Em$