

TRABAJO POTENCIA Y ENERGIA

1-Trabajo y Energía

En el lenguaje ordinario, trabajo y energía tienen un significado distinto al que tienen en física.

Por ejemplo una persona sostiene una maleta; lo que estamos realizando es un **esfuerzo** (esfuerzo muscular, que produce un cansancio), que es distinto del concepto de trabajo.

Trabajo: decimos que realizamos un trabajo cuando la fuerza que aplicamos produce un desplazamiento en la dirección de esta

Es decir mientras la maleta este suspendida de la mano (inmóvil) no estamos realizando ningún trabajo.

Energía: Capacidad que tienen los cuerpos para producir transformaciones, como por ejemplo un trabajo.

Por ejemplo, cuando uno esta cansado, decimos que ha perdido energía, y cuando esta descansado y fuerte, decimos que esta lleno de energía.

Si un coche se queda sin combustible, posiblemente pienses que carece de energía, que no es del todo cierto, ya que puede rodar cuesta abajo.

El Trabajo y la Energía son magnitudes escalares, es decir, no tienen dirección ni sentido

2-Trabajo hecho por una fuerza constante

En la definición de trabajo cabe destacar dos factores:

1-Sin desplazamiento no hay trabajo

Cuando sostenemos una maleta en la mano, no existe trabajo porque no hay desplazamiento

2-El desplazamiento ha de producirse en la dirección de la fuerza. Todo desplazamiento perpendicular a la dirección de la fuerza no implica realización de trabajo.

Podemos definir matemáticamente el trabajo como el producto de la Fuerza aplicada por el desplazamiento efectuado, si la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección:

Trabajo = Fuerza x Desplazamiento

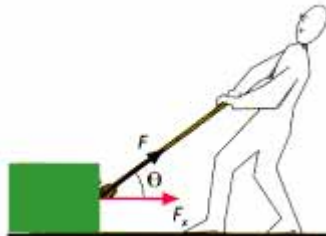
$$W = F \cdot \Delta x$$

Hay que destacar que F (Fuerza), es la **fuerza neta**, es decir la resultante que actúa sobre el cuerpo, y que en este caso, es una **fuerza constante**.

Cuando la trayectoria es rectilínea, el desplazamiento coincide con el espacio recorrido y por lo tanto se puede decir que:

Trabajo = Fuerza x espacio

Solamente hace trabajo la componente de la fuerza que coincide con la dirección de desplazamiento. Véase el dibujo:



Si la dirección de la fuerza para mover el baúl forma un cierto ángulo con la dirección del desplazamiento, solo se aprovecha la componente de la fuerza que coincide con la dirección del desplazamiento.

En el sistema internacional SI, **la unidad** utilizada para medir al trabajo es el **Julio (J)**, que es definido como el trabajo hecho al aplicar una fuerza de 1 Newton, para producir un desplazamiento de 1 metro en la misma dirección de la fuerza.
1 Julio= 1 Newton x 1 metro; 1J=1N*1m

<p>El Trabajo es máximo y positivo, si la dirección y sentido de la fuerza coinciden con los del desplazamiento</p>	<p>El trabajo debido a una fuerza es nulo si las dirección del desplazamiento y de la fuerza son perpendiculares</p>	<p>El trabajo es negativo si el desplazamiento y la fuerza tienen sentido contrario (El trabajo hecho por la fuerza de rozamiento es negativo)</p>

3- Concepto de Potencia

Si subimos lentamente unas escaleras y después lo hacemos rápidamente, el trabajo realizado es el mismo en ambos casos, pero nuestra potencia es mayor en el segundo caso, porque realizamos el trabajo más rápidamente.

Para expresar la rapidez con que hacemos un trabajo, se utiliza el concepto de potencia.

Una máquina es más potente que otra, si es capaz de realizar el mismo trabajo en menos tiempo. La relación entre potencia, trabajo y tiempo invertido se puede expresar de la manera siguiente:

$$Potencia = \frac{Trabajo Hecho}{Tiempo invertido}$$

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

La unidad de la potencia en el Sistema Internacional (SI) es el Vatio (W), que se define como la potencia necesaria para hacer un trabajo de un julio en un segundo:

$$1 \text{ vatio} = \frac{1 \text{ julio}}{1 \text{ segundo}}; \quad 1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

3.1 Potencia y rendimiento

Supongamos que un motor tiene una potencia Teórica de 1,4 Kw.

Independientemente de ello, el motor invierte 15 segundos en elevar un bloque de 100 Kg. hasta una altura de 16 metros.

Vamos a calcular la potencia real:

Para ello primero calcularemos el trabajo realizado:

$$W = F \cdot \Delta x$$

$$W = 100 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 16 \text{ m} = 15680 \text{ J}$$

La potencia será:

$$P = \frac{15680 \text{ J}}{15 \text{ s}} = 1045,3 \text{ W} = 1,045 \text{ Kw}$$

Como podemos comprobar, en la practica la potencia Teórica y la Real no coinciden (la real es menor), y esto es debido al rozamiento, vibraciones, y calentamiento que sufren los componentes.

Para medir esta pérdida de potencia, se define el **rendimiento** de una máquina como sigue:

$$\text{rendimient} = \frac{\text{Potencia Real}}{\text{Potencia Teorica}} \cdot 100$$

En el ejemplo anterior, el rendimiento del motor seria el siguiente:

$$\text{rendimient} = \frac{1045,3 \text{ W}}{1400 \text{ W}} \cdot 100 = 74,6 \%$$

3.2 Otras Unidades de trabajo y potencia

Unidad de Trabajo:

Se usa muy a menudo como unidad de trabajo el Kilowatio por hora (Kw.h) que se define como el trabajo hecho por una maquina de 1 Kw de potencia durante una hora

$$1Kw.h. \frac{10^3 W}{1Kw} \cdot \frac{3600s}{1h} = 3'6.10^6 Julios$$

Un kilovatio por hora equivale a tres millones seiscientos mil Julios.

Como unidad de trabajo se suele emplear también el **electronvoltio** (eV) que equivale a $1'6.10^{-19}$ Julios (*Es la energía que adquiere un electrón al ser acelerado con una diferencia de potencial de 1 voltio*)

Unidad de Potencia

James Watt (1736-1819), ingeniero escocés que invento la maquina de vapor, define también como unidad de potencia el caballo de vapor (CV).

Un Caballo de Vapor podía reemplazar al trabajo que realizaba un caballo en la mina sacando agua (las bombas que extraían el agua de las minas eran accionadas por caballos).

Un caballo de Vapor equivale a 736 Watios.

4-Energía Mecánica

Como ya hemos visto, un cuerpo tiene energía, cuando tiene capacidad para llevar a término un trabajo.

El trabajo es la manera de expresar la cantidad de energía que ha pasado de una forma a otra forma o de un lugar a otro.

La **Energía Mecánica**, E_m , suele estar asociada, la mayoría de las veces, con maquinas y movimientos. Esta forma de energía se estudia bajo dos aspectos: energía cinética y energía potencial.

4.1 Energía Cinética

Supongamos que aplicamos una fuerza a un cuerpo de masa m que esta en reposo, el cuerpo se acelera, gana velocidad y recorre una cierta distancia, se hace un trabajo sobre este, el cual se manifiesta en forma de Energía Cinética (E_c). Si la fuerza continua actuando sobre el cuerpo, se hace también sobre este un trabajo, que se transforma también en energía cinética.

Calculo de Energía Cinética

Imagina que a un cuerpo en reposo ($v_o = 0$) le aplicamos una fuerza F, durante un tiempo, t; el cuerpo se desplaza una distancia, s. Sabemos que:

$$\text{Fuerza aplicada} = \text{masa} \times \text{aceleración}$$

Como $a = \frac{v}{t}$

$$F = m \cdot \frac{v}{t}$$

Atendiendo que el movimiento es rectilíneo, el desplazamiento coincide con el espacio recorrido:

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{v}{t} \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$$

Como que

Trabajo hecho = Fuerza x desplazamiento

Resulta que:

$$W = m \cdot \frac{v}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot v \cdot t = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Decimos que el trabajo llevado a término sobre cuerpo se ha transformado en energía cinética.

La **Energía Cinética** se define como la capacidad para efectuar un trabajo por medio del movimiento y depende de la masa del cuerpo m y de su velocidad, v :

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

La energía Cinética se expresa en unidad de trabajo (J) Julios

Relación entre Trabajo y Variación de Energía Cinética

Al aplicar un trabajo sobre un cuerpo que está en movimiento, este aumenta de velocidad. Podemos entonces deducir que:

La **variación de la energía cinética** es igual al trabajo hecho por la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo:

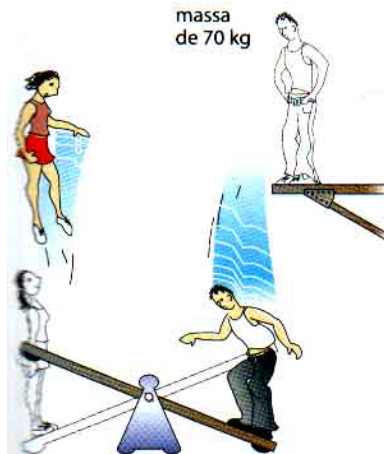
Trabajo = variación de la energía cinética

$$W = E_{c2} - E_{c1} = \Delta E$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (V_f^2 - V_0^2) = \Delta E$$

4.2 Energía Potencial

Todos los sistemas almacenan energía que pueden utilizar en cualquier momento para hacer un trabajo.



Según el dibujo anterior, el chico tiene energía a causa de su posición, al caer, esta energía se transforma en el trabajo necesario para levantar a la chica. Esta energía se denomina energía potencial (E_p).

La **energía potencial** es la que tiene un cuerpo en virtud de la posición que ocupa, que será distinta a la del equilibrio.

Energía Potencial Gravitatoria

El trabajo hecho para elevar un cuerpo hasta una cierta altura se puede calcular de la manera siguiente:

Trabajo = Fuerza (peso del cuerpo) x Desplazamiento

$$W = m.g.h$$

Por tanto, la energía potencial de un cuerpo de masa m , situado a una altura h sobre un nivel de referencia determinado, se denomina energía potencial gravitatoria.

La energía potencial gravitatoria equivale al trabajo que se hace para elevar un cuerpo hasta una altura determinada (h).

$$E_p = m.g.h$$

No se puede hablar del valor absoluto de la energía potencial gravitatoria que tiene un cuerpo situado a una altura determinada, sino únicamente de diferencias de energía potencial. De manera convencional, y para evitar este inconveniente, se considera superficie terrestre ($h = 0$) como el nivel cero de energía potencial.

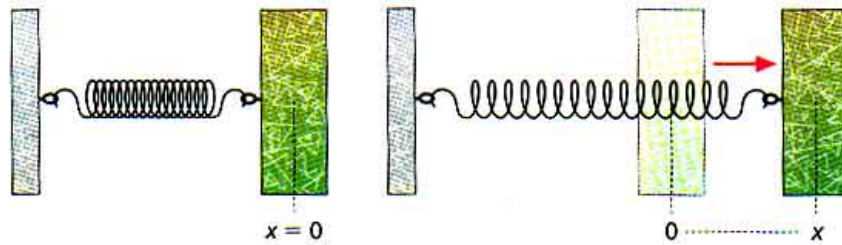
La energía potencial gravitatoria es proporcional a la masa (m) de un cuerpo cuando este ocupa una posición (h): nada más se modifica al variar la altura.

En un desplazamiento horizontal, la energía potencial no cambia, es decir, en un desplazamiento de este tipo, el trabajo llega a termino porque la fuerza peso es nula.

Energía Potencial Elástica

Como ya sabemos, cuando comprimimos o estiramos un muelle, estamos aplicándole una fuerza F , y se produce un desplazamiento x .

Tenemos una masa, m , unida a un resorte de constante elástica, k , y tomamos como origen de coordenada x , la posición de la masa m , en la que el resorte tiene la longitud normal (sin comprimir o alargar). Estiramos el muelle lentamente en sentido horizontal hasta la posición x .



Los resultados obtenidos se recogen en la grafica siguiente:

Fuerza (N)	Alargamiento (m)
1	10^{-2}
2	$2 \cdot 10^{-2}$
3	$3 \cdot 10^{-2}$
4	$4 \cdot 10^{-2}$
5	$5 \cdot 10^{-2}$

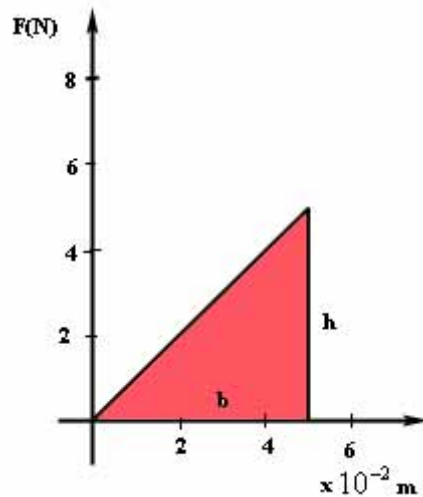
Observa que la fuerza elástica $F = k \cdot x$, no es constante, y por consiguiente, no podemos establecer el trabajo hecho por esta fuerza de la misma manera que determinamos el trabajo ejecutado por la fuerza peso, sino que hemos de calcularlo gráficamente.

El trabajo hecho por la fuerza F no se ha transformado en energía cinética ni en energía potencial gravitatoria, tampoco hemos tenido en cuenta el rozamiento. El único efecto de esta fuerza responsable del trabajo ha sido aumentar la **energía potencial elástica**.

La **Energía Potencial Elástica** es la que tiene un cuerpo elástico (un muelle, una goma...) a causa de su estado de tensión.

La energía potencial elástica es el área comprendida debajo de la línea de la representación grafica de F en función de x :

$$\text{área} = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{x \cdot F}{2} = \frac{x \cdot (kx)}{2}$$



Para todas las deformaciones que cumplan la ley de Hooke, la energía potencial elástica almacenada en el cuerpo deformado es proporcional al cuadrado de la deformación.

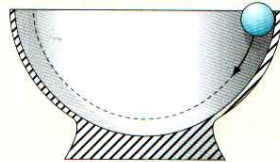
$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

5- La energía mecánica se transforma y se conserva.

La Energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial. Veremos a continuación como se transforma la energía mecánica.

Experimento:

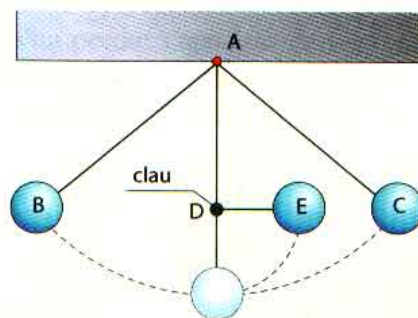
Coge un bol o una taza muy pulida y deja caer una bola una bola de acero desde uno de los bordes.



La bola llega hasta el fondo del bol, transformando la **energía potencial** que tenía en el borde del recipiente en **energía cinética**; a continuación la bola vuelve a subir hasta el borde opuesto, recuperando así su energía potencial.

Experimento:

Con un cordón y una bola, construye un péndulo como el de la figura.



1-Fija el cordón por su extremo A y hazlo oscilar entre los puntos B y C

2-Pon un clavo en la posición D, de manera que el péndulo, abandonado de nuevo en B no pueda llegar al punto C; el cordón detenido por D hace que la masa del péndulo se eleve hasta la posición E, que se encuentra en la línea horizontal BC.

3-En el movimiento de retorno, llega al punto B

En este ejemplo el péndulo asciende en sus oscilaciones hasta llegar a la misma altura, aunque se ponga un obstáculo en el recorrido del cordón, y la energía potencial se transforma en energía cinética, y esta otra vez en energía potencial. La energía cinética en el punto D se transforma en potencial la subir la bola hasta el punto E.

5.1 Principio de conservación de la energía mecánica

Un niño que esta en la parte superior de un tobogán, situado a una altura h, de 2 metros sobre el suelo, tiene energía potencial:

$$E_p = m.g.h$$

donde m es la masa m de niño (25 Kgr)

$$E_p = 25 \cdot 9.8 \cdot 2$$

$$E_p = 490J$$

Cuando el niño llega al suelo, toda su energía potencial se ha transformado en energía cinética; y por lo tanto:

$$E_c = 490J$$

A lo largo del recorrido, la energía potencial se va transformando en energía cinética, es decir, la energía potencial del niño va disminuyendo al mismo tiempo que aumenta la energía cinética, pero la suma de ambas será siempre 490 J.

Cuando el niño esta a la mitad del tobogán, tiene energía cinética y energía potencial y su suma sigue siendo 490 J:

$$E_p = 25 \cdot 9.8 \cdot 1 = 245 \text{ Julios}$$

$$E_c + E_p = 490J$$

Por lo tanto, la energía cinética será:

$$E_c = 490J - 245J = 245J$$

Podemos generalizar el ejemplo anterior de la siguiente manera:

La suma de la energía cinética y potencial se mantiene siempre constante en cualquier punto:

$$E_c + E_p = \text{Constante}$$

esta es la expresión matemática del **principio o ley de conservación de la energía mecánica**

Si no tuviéramos en cuenta el rozamiento, podríamos calcular la velocidad con que el niño llega al final del tobogán a partir de la expresión de la energía cinética:

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

6-La energía total se transforma y se conserva

En los experimentos anteriores (Taza-Bola y Péndulo), la transformación de la energía cinética en potencial se repite pocas veces: finalmente, la bola se queda parada en el fondo del bol y el péndulo acaba parándose.

En estos experimentos interviene una fuerza que no hemos tenido en cuenta, la fuerza de rozamiento. Recuerda que el trabajo de la fuerza de rozamiento siempre es negativa. Así, si hay fuerzas de rozamiento, la energía mecánica disminuirá, y el trabajo de las fuerzas de rozamiento será igual a la variación de la energía mecánica del sistema.

Observa las transformaciones de energía que tienen lugar en la pelota

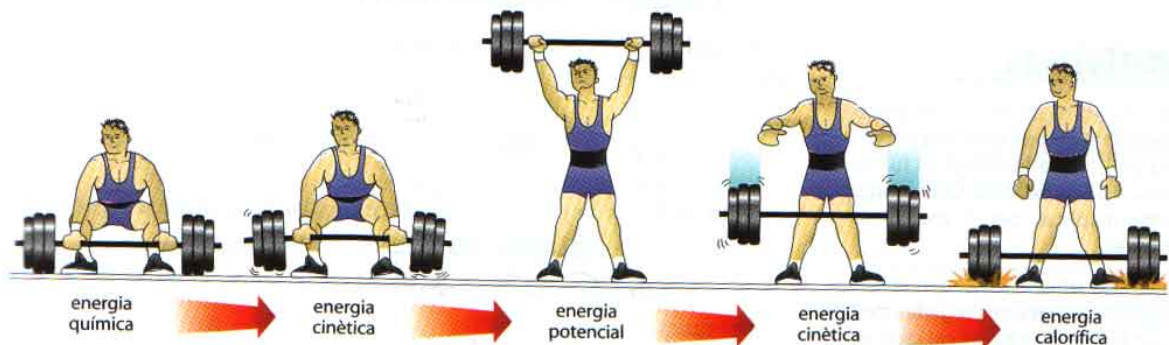


La pelota se para por la acción de las fuerzas de rozamiento. Ahora bien, se ha perdido energía? La respuesta es negativa; se ha perdido capacidad de hacer trabajo, pero no energía, ya que esta se ha disipado al medio en forma de calor. Esta es otra manera de transferencia de energía entre los cuerpos.

El principio de conservación de energía podemos enunciarlo de la siguiente manera:

La energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma; es decir, en todos los procesos hay intercambio de energía pero la energía total se mantiene constante.

La energía puede transformarse de una formas en otras, no obstante, siempre se mantiene constante, como vemos en el ejemplo siguiente:



En todos estos casos, la energía inicial es transformada en otro tipo de energía.

7-Las máquinas

Las maquinas son dispositivos o conjunto de piezas que transforman fuerzas y, al mismo tiempo, consiguen alguno de los efectos siguientes:

- 1-Varían la intensidad de las fuerzas transmisoras
- 2-Modifican la dirección que tienen

3-Transforman un tipo de energía en otra.

7.1 La Palanca

La palanca, la más simple de las máquinas, varía la intensidad de la fuerza transmisora. En la palanca pueden distinguirse los tres elementos fundamentales que caracterizan todas las maquinas:

- El punto donde se aplica la **fuerza motriz o potencia** (F_M)
- El punto donde esta aplicada la **fuerza resistente o resistencia** (F_R)
- El punto de **apoyo o fulcro**

Presenta además los siguientes elementos:

- **Brazo de la fuerza motriz (a)**: es la parte de la palanca comprendida entre el punto de soporte y el punto donde se aplica la fuerza motriz o potencia
- **Brazo de resistencia (b)**. Es la parte de la palanca comprendida entre el punto de apoyo y el punto donde esta aplicada la fuerza resistente o resistencia.

Según la posición del punto de apoyo, de la fuerza motriz y de la resistencia, se diferencian tres tipos de palancas:

<p>Palanca de primer genero. El punto de apoyo esta situado entre la fuerza motriz o potencia y la resistencia</p>	<p>Palanca de segundo genero. La resistencia se sitúa entre el punto de apoyo y la potencia</p>	<p>Palanca de tercer genero. La potencia esta localizada entre el punto de apoyo y la resistencia.</p>

Condición de Equilibrio de la Palanca

El equilibrio de una máquina requiere que el trabajo de la fuerza motriz sea igual al trabajo de la fuerza resistente.

$$\text{Trabajo motriz} = \text{trabajo resistente}$$

La Ley de la palanca se puede enunciar de la siguiente manera:

$$\text{Trabajo Motriz} = \text{Fuerza Motriz} \times \text{Distancia al apoyo}$$

$$\text{Trabajo resistente} = \text{resistencia} \times \text{Distancia al apoyo}$$

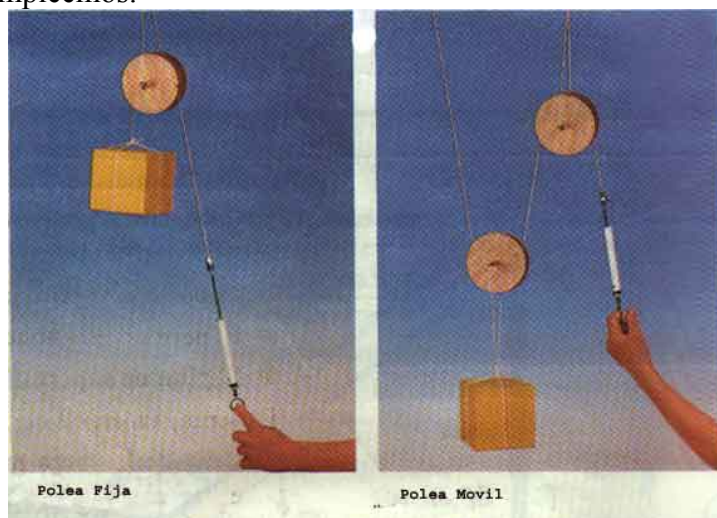
Por tanto:

$$F_M \cdot a = F_R \cdot b$$

7.2 Las Poleas

Las poleas son ruedas que se usan para elevar cuerpos mediante cuerdas o cadenas móviles que transmiten una fuerza. Según el tipo de polea que se trate, pueden comportarse como palancas de primer o segundo género

Podemos elevar una misma carga aplicando diferentes fuerzas dependiendo del sistema de poleas que empleemos.



La Polea fija que se muestra en el Experimento tiene un movimiento de rotación alrededor de su eje. Se comporta como una palanca de primer genero: la longitud de sus brazos es igual al radio de la polea, por lo que la potencia que se va a aplicar es idéntica a la resistencia que hay que vencer. Así pues, la ley de dicha máquina se enunciaría de la siguiente forma:

Luego la utilización de una sola polea no afecta a la fuerza ejercida. Su única función es cambiar la dirección y el sentido de la misma.

En la polea móvil, además del movimiento de rotación alrededor de su eje, hay un movimiento vertical, hacia arriba o hacia abajo. En este caso, la segunda polea se comporta como una palanca de segundo genero, en la que el brazo de potencia es igual al diámetro de la polea y el brazo de resistencia es idéntico al radio de la misma. Si aplicamos la ley para esta maquina, la potencia necesaria es igual a la mitad de la resistencia:

Con las dos poleas, el peso se reparte entre las dos ramas de la cuerda, de manera que la fuerza motriz o potencia disminuye.

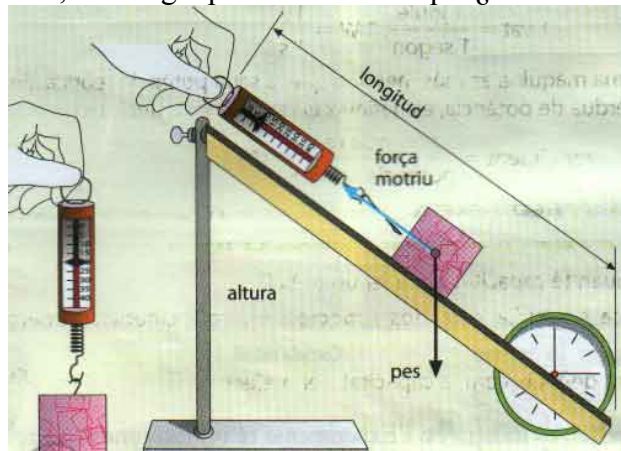
7.3 Las pendientes o planos inclinados

Una pendiente es la línea que une un punto con otro mas alejado y a diferente altura, formando un ángulo con la horizontal. Uno de los sistemas mas fáciles de elevar un objeto muy pesado consiste en arrastrarlo por una pendiente en lugar de levantarlo directamente.

La fuerza necesaria para arrastrar un bloque a lo largo de una pendiente perfectamente lisa es menor que el peso del mismo. Sin embargo, el bloque debe ser arrastrado a lo largo de una distancia mayor para lograr la misma elevación.

- 1-Mide con un dinamómetro la fuerza necesaria para levantar un bloque de 100 g desde el suelo hasta una altura de 1 metro
- 2-Comprueba de nuevo la fuerza necesaria para subirlo 1 m, pero utiliza esta vez un plano inclinado con una pendiente grande
- 3-Repite el paso anterior, pero emplea un plano inclinado de menor pendiente

- ¿Dónde es mayor la fuerza necesaria para levantar el bloque: en 1,2 o 3?
- ¿Dónde es mayor el peso del bloque: en 1, 2 o 3?
- La distancia recorrida por el bloque, ¿Dónde es mayor, en 1,2 o 3?
- Al final del recorrido, la energía potencial del bloque ¿Dónde es mayor en 1, 2 o 3?



En el Experimento, el peso es a la fuerza motriz lo que la longitud del plano es a su altura:

$$\text{Fuerza motriz} \times \text{longitud} = \text{peso} \times \text{altura}$$

Así por ejemplo, si queremos elevar un peso de 1000 N aplicando una fuerza de 500 N, debemos emplear un plano inclinado cuya longitud sea el doble que la altura

7.4 El tornillo

Resulta más fácil subir a lo alto de una colina por un sendero en forma de espiral, que ascender en línea recta. Los tornillos funcionan de la misma manera; en realidad son una variante de las pendientes. La rampa se enrosca en torno a un cilindro central.

Como todos los planos inclinados, los tornillos aprovechan las fuerzas. Cuando un tornillo penetra en la madera, tiene que girar muchas veces para avanzar un poco, pero penetra con más fuerza que la que se utilizó para girarlo. Así la fuerza motriz se aplica en su cabeza para que gire, y es la resistencia lo que vence con la punta del tornillo. La ley del tornillo se enuncia como sigue:

$$\text{Fuerza motriz} \times \text{radio de cabeza del tornillo} = \text{resistencia} \times \text{paso de rosca}$$

