

GUÍA N°7 RELACIÓN DEL TRABAJO EN LAS MÁQUINAS SIMPLES

ACTIVIDAD n° 1

- Lectura comprensiva, desarrollo de las respuestas de la guía y resolución de los ejercicios que acompañan las preguntas.
- Siguiendo las técnicas de lectura comprensiva, elabore las respuestas del cuestionario.
- Siguiendo las técnicas establecidas y observando el ejercicio desarrollado como ejemplo, resolver los ejercicios planteados en cada punto.

CUESTIONARIO

- Preg 1- AL observar las figuras 6-1 y 6-2 ¿Qué idea surge? De una definición.
- Preg 2- Cuando la dirección de la fuerza coincide con el desplazamiento del cuerpo ¿Qué consecuencias observamos?
- Preg 3- ¿Qué es el TRABAJO? Definición, expresión simbólica, cálculo y unidades

Ejemplo

Si Juan levanta una valija de 12 Kgf hasta el estante A (figura 6-4) y luego otra de igual tamaño hasta el estante B, si las alturas de A y B son 1,20m y 1,45 m respectivamente, ¿Cuál es el trabajo realizado en cada caso y cuál es el mayor?

Considerando que el trabajo se calcula $W = F \times s$ la fuerza F será el peso de las valijas y el espacio "s" la altura de los estantes Por eso y siguiendo lo ya estipulado para la resolución de ejercicios procederemos así:

DATOS	PIANTEO	DESARROLLO
12 Kgf = Peso ó Fuerza	$W = F \times s$	1° Altura $W = 12 \text{ Kgf} \times 1,20 \text{ m}$
1,20m = 1° altura ó espacio		$W = 14,40 \text{ Kgm}$
1,45 m = 2° altura ó espacio		2° Altura $W = 12 \text{ Kgf} \times 1,45 \text{ m}$
		$W = 17,40 \text{ Kgm}$

Respuesta

El valor del trabajo realizado para colocar las valijas en los estante es en el 1° 14,40 Kgm y en el 2° 17,40 Kgm

AL colocar la valija en el 2° estante se realiza un trabajo mayor

EJERCICIOS

- Ejer 1- Calcular el trabajo realizado para elevar hasta 12 m un cuerpo de 147 Kgf.
- Ejer 2- Se eleva un cuerpo hasta 3 m mediante un trabajo de 75 Kgm ¿Cuál es el peso de cuerpo?
- Ejer 3- Un cuerpo pesa 250 Kgf y se ha realizado un trabajo de 95 Kgm para elevar hasta cierta altura, averiguar esa altura.
- Preg 4- Cuando la dirección de la fuerza no coincide con la dirección del camino recorrido, ¿Qué observamos?
- Preg 5- ¿Qué casos podemos observar según sea la posición de la fuerza? (Figura 6-7) Consecuencias.
- Preg 6- ¿Cuál es el trabajo motor y cuál el trabajo resistente? (Figura 6-10 y 11) Ejemplifique cada caso.

Profesor: Fernando Barrigón

Alumno:

UNIDADES DE TRABAJO

- Preg 7- ¿Cómo se establecen las unidades de trabajo y cuáles son? Equivalencias

EJEMPLO ¿Qué trabajo se realizará al empujar un cajón de 300 Kgf con igual dirección al camino recorrido, si se traslada 1,80 m? Expresar el resultado en Julios

En estos casos lo más práctico es convertir las unidades antes de resolver el ejercicio, por ello cómo 1Kgf equivale a 9,8 N (newton) y de multiplicar N x m nos da Julios o Joules qué es lo mismo, obtendremos el resultado deseado

Resolvamos el ejemplo

DATOS

$$F = 300 \text{ Kgf}$$

$$s = 1,80 \text{ m}$$

$$W = ?$$

PIANTEO

$$W = F \times s$$

DESARROLLO

$$1^\circ \text{ Convertir } 300 \text{ Kgf en N } \} 300 \text{ Kgf} \times 9,8 \text{ N} / 1 \text{ Kgf} \\ 2940 \text{ N}$$

$$2^\circ \text{ calcular el W } \} W = 2940 \text{ N} \times 1,80 \text{ m}$$

$$W = 5292 \text{ Julios}$$

RESPUESTA

EL trabajo realizado es de 5292 Julios

- Preg 8- ¿Qué consecuencias tenemos en la fórmula para calcular el trabajo?

EJERCICIOS:

- Ejer 4- ¿Cuál es la altura a la que se elevó un cuerpo de 80 Kgf, si el trabajo realizado es de 120 Kgm?
- Ejer 5- Un martillo de 5 Kgf cae desde 30 cm sobre un clavo, ¿Qué trabajo, expresado en Julios, se realizará?
- Ejer 6- Para subir un tonel a 3 m de altura se ha realizado un trabajo de 2352 Julios, ¿Cuánto pesa el tonel?

TRABAJO y MÁQUINAS SIMPLES

- Preg 9- Según lo ya estudiado sobre las máquinas simples, de acuerdo a la condición de equilibrio de cada una, podremos establecer el trabajo motor y/o resistente qué se realiza en cada caso. Explique cómo se produce en cada máquina simple
 - A- Palanca (figura 6-13)
 - B- Poleas fijas, móviles y aparejos
 - C- Plano inclinado (figura 6-14)
 - D- Torno
- Preg 10- ¿A qué conclusión llegamos respecto del trabajo en las máquinas simples?

EJEMPLO

Con un torno de 60 cm de diámetro, en su cilindro y 80 cm en su manivela, levantamos un cuerpo de 80 kgf, realizando un trabajo de 120 Kgm, ¿Cuál es el espacio cubierto en el trabajo?

Para resolver el ejercicio lo dividimos en dos partes:

1° establecemos qué nos pide calcular?

2° qué cálculo previo debemos hacer?

Entonces decimos

1° nos pide calcular el espacio que cubrió el cuerpo al ser levantado por el torno, osea del cálculo de trabajo $W = F \times s$ despejamos "s" (espacio) y nos queda $s = W / F$ pero no sabemos el valor de la F (fuerza) por eso pasamos a la segunda parte.

2° En este caso el cálculo previo, es el valor de la fuerza F, que es la potencia aplicada a la manivela del torno, de la expresión de la condición de equilibrio de la máquina simple "torno" $P \times l = Q \times r$ resulta que $P = Q \times r / l$

Este valor "P" es la fuerza "F" con el cual podemos calcular el espacio "s"

Entonces procedamos como está estipulado el procedimiento para la resolución de los ejercicios, desarrollar el ejercicio del ejemplo

- Ejer 7- una maquinaria que pesa 280 Kgf es elevada a un camión de 1,20 m de altura, mediante un plano inclinado de 3 m ¿Qué trabajo se ha realizado?, Si se hubiera subido directamente, ¿se realiza más o menos trabajo?

NOTA

LAS RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO Y LOS EJERCICIOS DE ESTA GUÍA, DEBERÁN DESARROLLARSE ÍNTEGRAMENTE.

TRABAJO

TRABAJO MECANICO

Idea de trabajo

El proceso de levantar un cuerpo cualquiera hasta cierta altura nos da la idea de trabajo.

Los hechos de correr un mueble a través de cierta distancia (fig. 6-1) o el empujar a un niño en un cochecito (fig. 6-2) también nos dan inmediata idea de un trabajo realizado.

Toda vez que se aplique una fuerza a un cuerpo, y el punto de aplicación de ella sufra un desplazamiento se habrá producido trabajo.

Caso en que la dirección de la fuerza coincide con el desplazamiento

Consideremos el caso de levantar una valija (fig. 6-3).

¿En qué caso efectuaremos *más trabajo*? Evidentemente, al subir la *más pesada*.

Consideremos ahora el trabajo necesario para levantar dos valijas del mismo peso a distintas alturas (fig. 6-4).

En este caso sabemos también que deberemos efectuar *más trabajo* al subir la valija al estante *más alto*.

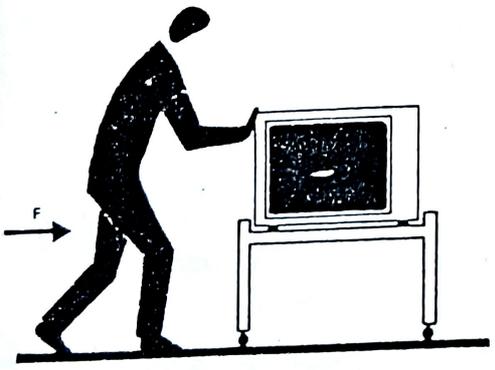


Fig. 6-1. Trabajo mecánico.

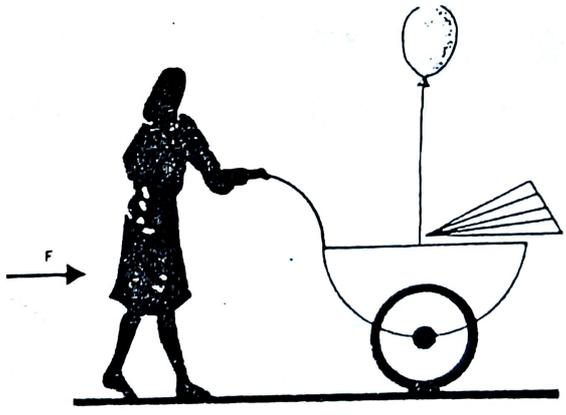


Fig. 6-2. Trabajo mecánico.



Fig. 6-3. Trabajo. A mayor fuerza aplicada (peso del cuerpo) mayor trabajo.

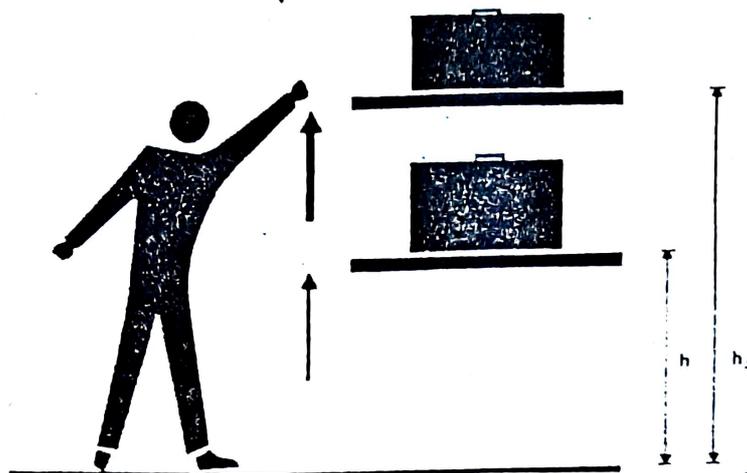


Fig. 6-4. Trabajo. A mayor altura o distancia mayor trabajo.

Consecuencias

1º El trabajo realizado es proporcional a la fuerza aplicada.

2º El trabajo realizado es proporcional a la altura o espacio recorrido.

De estas dos consecuencias surge el siguiente concepto de trabajo mecánico:

Un mecanismo o una persona realizan un trabajo si vencen una resistencia a través de cierta distancia.

Esa resistencia estará representada por la fuerza aplicada y la distancia, por el espacio recorrido.

Matemáticamente podemos escribir entonces que:

$$W = F s$$

W: trabajo;

F: fuerza aplicada;

s: distancia recorrida.

Luego:

El trabajo mecánico es igual al producto de la fuerza aplicada por la distancia en que se desplazó el punto de aplicación de la fuerza.

Caso en que la dirección de la fuerza no coincide con la dirección del camino recorrido

Puede ocurrir que el espacio recorrido no tenga igual dirección que el de la fuerza aplicada, por ejemplo: la dirección de la fuerza que hace la mamá al empujar el cochecito de su bebé, o la dirección de la fuerza que aplica el carpintero al cepillo.

Observemos la figura 6-5. La fuerza aplicada forma con el camino recorrido un ángulo α . Procedamos a descomponer esa fuerza según dos direcciones, una perpendicular al piso y otra paralela a él. La fuerza F queda descompuesta en F_1 y F_2 . La fuerza F_2 es anulada por la reacción del piso y sólo queda actuando F_1 . Podemos ahora dar una definición más amplia de trabajo mecánico.

Trabajo mecánico es el producto de la intensidad de la fuerza aplicada por la distancia en que se ha desplazado el punto de aplicación de la fuerza y por el coseno del ángulo que determina la dirección de la fuerza con la de la trayectoria.

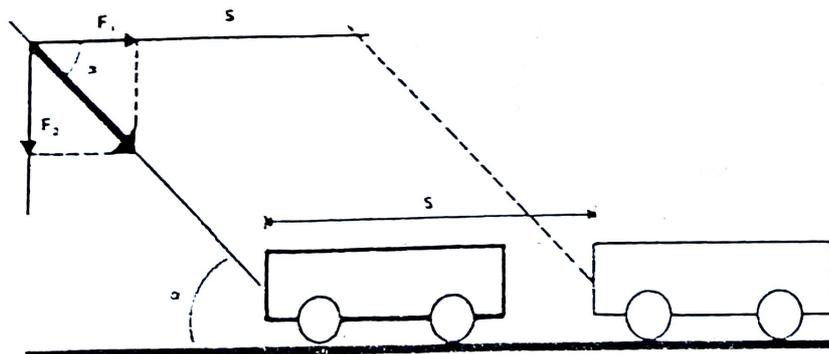


Fig. 6-5. Trabajo mecánico. El camino recorrido y la dirección de la fuerza aplicada no coinciden.

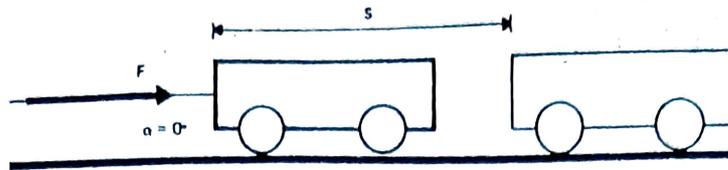


Fig. 6-6. *Angulo cero. El trabajo es igual a fuerza por distancia.*

En simbolos:

$$W = F s \cos \alpha$$

W: trabajo;

s: distancia recorrida por el punto de aplicación de la fuerza.

Casos que surgen según la posición de la fuerza

1º Si la fuerza es paralela al recorrido (fig. 6-6), es:

$$\alpha = 0^\circ$$

y

$$\cos \alpha = 1$$

por lo tanto

$$W = F s \cos 0^\circ = F s \cdot 1$$

$$\therefore W = F s$$

2º La fuerza es perpendicular al camino recorrido.

En estas condiciones (fig. 6-7):

$$\alpha = 90^\circ$$

y

$$\cos 90^\circ = 0$$

luego

$$W = F s \cos 90^\circ$$

o sea

$$W = F s \cdot 0 = 0$$

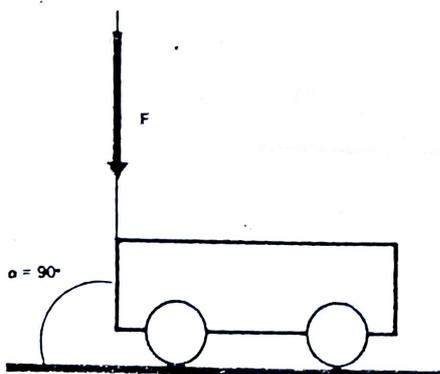


Fig. 6-7. *Trabajo nulo: ángulo de 90°.*

El trabajo es nulo (no se realiza trabajo) cuando la fuerza forma con el camino recorrido un ángulo recto. Por ejemplo, si caminamos (fig. 6-8) por una superficie horizontal con un peso suspendido, no se realiza trabajo (aunque tengamos la sensación de un trabajo que no es más que un esfuerzo muscular o "trabajo penoso").

Del mismo modo no se realiza trabajo cuando sostenemos un cuerpo cualquiera (fig. 6-9).

3º La fuerza forma con el camino recorrido un ángulo cualquiera. En este caso, la proyección F_1 de la fuerza F aplicada es menor.

Consecuencia

Cuando el ángulo α es mayor que 0° y menor que 90° el trabajo es menor que si la fuerza fuera paralela al recorrido y debemos aplicar la fórmula

$$W = F s \cos \alpha$$

Trabajo motor y trabajo resistente

Supongamos que debemos subir un cuerpo M mediante una polea (fig. 6-10). Para ello debemos aplicar la fuerza F que desplazará su punto de aplicación en el mismo sentido



Fig. 6-8. *Trabajo nulo: la fuerza y el camino forman ángulo recto.*



Fig. 6-9. No se efectúa trabajo. La señora no realiza trabajo; si sube o baja al niño, sí.

que la fuerza, en tanto que la fuerza P —peso del cuerpo— desplaza su punto de aplicación hacia arriba mientras que su sentido es hacia abajo.

De estas dos posibilidades surgen dos nuevos conceptos: el trabajo motor y el trabajo resistente.

Trabajo motor. Llamamos trabajo motor al realizado por una fuerza F cuyo punto de aplicación se desplaza en igual sentido que el de la fuerza.

A la fuerza en este caso se la llama fuerza motriz.

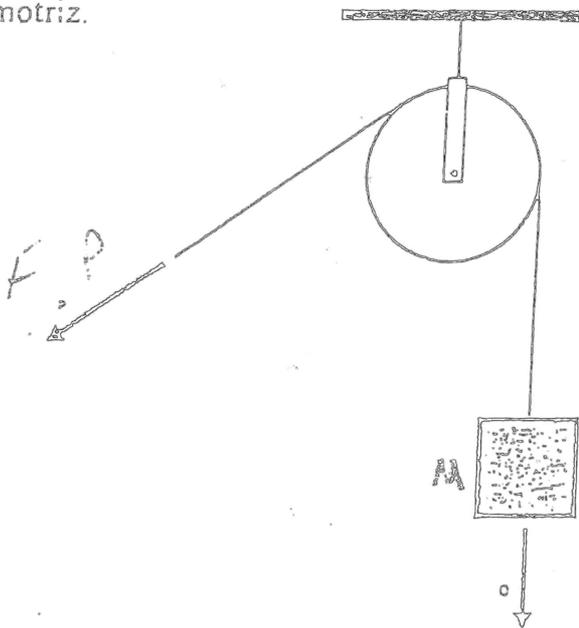


Fig. 6-10. Trabajo motor y resistente. La fuerza P realiza trabajo motor, la fuerza Q , trabajo resistente.

Trabajo resistente. Es el que se produce cuando el punto de aplicación de la fuerza se desplaza en sentido contrario al sentido de la fuerza.

A la fuerza en este caso se la llama resistencia.

Al levantar un cuerpo se realiza trabajo resistente. Al dejar caer el cuerpo se produce trabajo motor. El trabajo motor es positivo mientras que el trabajo resistente es negativo.

En una palanca, la potencia efectúa trabajo motor. El cuerpo que se levanta (resistencia) realiza trabajo resistente (fig. 6-11).

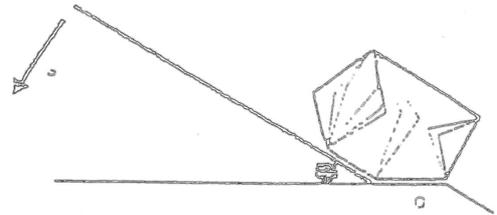


Fig. 6-11. Trabajo motor y resistente. La potencia efectúa trabajo motor, la resistencia, trabajo resistente.

Unidades de trabajo

De acuerdo con lo expuesto anteriormente la expresión simbólica de trabajo es:

$$W = F s$$

Las unidades de trabajo resultarán entonces de las unidades elegidas para F y para d .

Si medimos la fuerza en kgf y el espacio o distancia en m resulta*

$$[W] = [F] [s]$$

[W] se lee unidades de trabajo;

[F] se lee unidades de fuerza;

[s] se lee unidades de espacio o distancia.

Luego

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

Kilográmetro: es el trabajo realizado al aplicar la fuerza de un kilogramo que desplaza un metro su punto de aplicación (fig. 6-12).

Observación. Si la fuerza es de 2 kgf y la distancia 1/2 m el trabajo es 1 kgm.

Si la fuerza es 20 kgf y la distancia 0,05 m, el trabajo es 1 kgm.

* En el capítulo 13 se define la unidad joule de trabajo en el SIMELA.

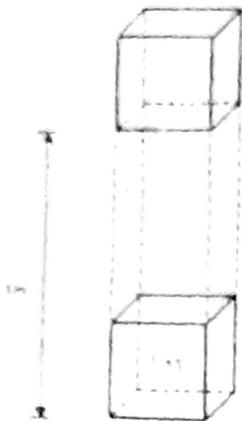


Fig. 6-12. Kilográmetro Trabajo realizado para levantar hasta un metro un cuerpo que pesa un kilogramo.

Consecuencias de la fórmula de trabajo

Como

$$W = F s$$

podemos deducir que

$$F = \frac{W}{s}$$

y

$$s = \frac{W}{F}$$

Unidad de trabajo en el SIMELA

SIMELA: Sistema Métrico Legal Argentino (ley 19.511-1972)

En el capítulo 12 estudiaremos los distintos sistemas de unidades y definiremos cada una de las distintas unidades pero adelantamos que

en el SIMELA la unidad de trabajo es el joule.

Equivalencia:

La equivalencia del joule con el kilográmetro es la siguiente:

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

Es decir que un kilográmetro equivale aproximadamente a 10 joule.

O sea que, aproximadamente:

$$1 \text{ joule} = 0,1 \text{ kgm}$$

En consecuencia al levantar un cuerpo de un kilogramo a la altura de un metro realizamos el trabajo de un kilográmetro equivalente a 9,8 (casi 10) joule

Para que pienses: ¿Qué trabajo realizas si levantas un cuerpo que pesa 4 kgf hasta 25 centímetros de altura?

EL TRABAJO EN LAS MAQUINAS SIMPLES

Cuando estudiamos máquinas simples, hemos determinado las siguientes condiciones de equilibrio:

Para la palanca

$$\frac{P}{Q} = \frac{a}{b}$$

Para la polea fija

$$P = Q$$

Para la polea móvil

$$P = \frac{Q}{2}$$

Para el plano inclinado

$$F = \frac{P h}{l}$$

Para el tomo

$$\frac{P}{Q} = \frac{r}{l}$$

Veremos ahora, según estas expresiones, qué ocurre respecto del trabajo realizado con las máquinas.

Caso de la palanca

Supongamos que se produzca una rotación muy pequeña, de tal modo que se efectúen los desplazamientos MM' y NN' (fig. 6-13). Luego los trabajos, tanto de la potencia como de la resistencia serán:

$$W = P \cdot MM' \quad (\text{trabajo motor})$$

y

$$W = Q \cdot NN' \quad (\text{trabajo resistente})$$



Ministerio de Cultura
DIRECCION DE ENSEÑANZA
ESCOLAR
BUENOS AIRES
TUNEL, M.

, como, por la semejanza de $\triangle MM'O$ y $\triangle MNO$

$$\frac{MM'}{NN'} = \frac{Q}{P} = \frac{b}{a}$$

(1) (2) (3)

∴ resulta de las razones (1) y (2)

$$P \cdot MM' = Q \cdot NN'$$

de las (2) y (3)

$$P \cdot b = Q \cdot a$$

estas dos expresiones nos indican que, en el equilibrio, el trabajo de la potencia es igual al trabajo de la resistencia, o sea:

Con una palanca no se ahorra trabajo, sino que se facilita.



Fig. 6-13. El trabajo en la palanca. Con la palanca no se gana trabajo, se facilita.

Caso de las poleas (fija, móvil o aparejos)

Como las poleas son, en síntesis, palancas (de primero o segundo género) resulta, según lo deducido más arriba, que *con una polea (fija o móvil) no se gana trabajo, sino que se facilita*. Recordemos que en la polea móvil se ahorra fuerza, pero, cuando la fuerza se desplaza una distancia h la resistencia recorre $h/2$ es decir, mitad de fuerza pero doble recorrido.

En el caso de aparejos ocurre lo mismo.

Caso del plano inclinado

Si se traslada el cuerpo desde A a B (fig. 6-14) por acción de la fuerza

$$F = F_1$$

se realiza el trabajo

$$W = F \cdot AB$$

o sea

$$W = F \cdot l \quad (\text{trabajo motor}) \quad (1)$$

Si el cuerpo se levanta verticalmente desde el suelo hasta el nivel B, el trabajo $W_p = P \cdot h$ (2) (trabajo resistente); pero los segundos miembros de (1) y (2) son iguales, pues

$$F \cdot l = P \cdot h$$

(equilibrio en el plano inclinado)

en consecuencia, los primeros también lo son, es decir:

$$W_F = W_P$$

Por ello, el trabajo motor es igual al resistente, o sea: *con el plano inclinado no se ahorra trabajo, sino que se facilita.*

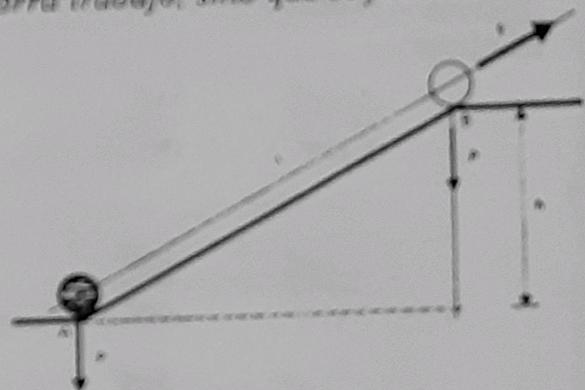


Fig. 6-14. El trabajo en el plano inclinado. Se facilita el trabajo realizado, no lo disminuye.

Caso del torno

Si consideramos que el torno es, en síntesis, una palanca (de primer género) resulta, que *con el torno no se ahorra trabajo.*

De lo analizado, resulta:

En toda máquina simple en equilibrio la suma de los trabajos producidos por las fuerzas aplicadas es nula.

Es decir, se produce una conservación del trabajo, por tanto *las máquinas simples no provocan ahorro de trabajo, sino que lo facilitan.*