

RENDIMIENTO

¿Qué es?

El rendimiento es un concepto asociado al trabajo realizado por las máquinas. Todo el mundo sabe que obtener un buen rendimiento supone obtener buenos y esperados resultados con poco trabajo. En Física este concepto se define como el cociente entre el trabajo útil que realiza una máquina en un intervalo de tiempo determinado y el trabajo total entregado a la máquina en ese intervalo:



$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Trabajo útil}}{\text{Trabajo total}}$$

$$R (\%) = \frac{W_u}{W_t} \cdot 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia útil}}{\text{Potencia total}}$$

El rendimiento de una máquina será siempre un número menor de uno ($0 < R < 1$). Para expresarlo en % se multiplica su valor por 100. Representa el "tanto por ciento" conseguido del trabajo total suministrado.

Las máquinas simples permiten obtener un rendimiento del 100 %. Reciben energía mecánica y entregan energía mecánica (no cambian el tipo de energía) y no tienen mecanismos.

El resto de las máquinas transforman un tipo de energía en otra (calor en energía cinética, eléctrica, etc) y sus rendimientos se alejan del 100% debido a los rozamientos de sus piezas y a la imposibilidad de aprovechar todo el calor para transformarlo en energía mecánica en los motores (imposibilidad de la máquina ideal).

En Termodinámica se define el rendimiento en función del calor o de la temperatura de los focos frío y caliente de una máquina térmica.

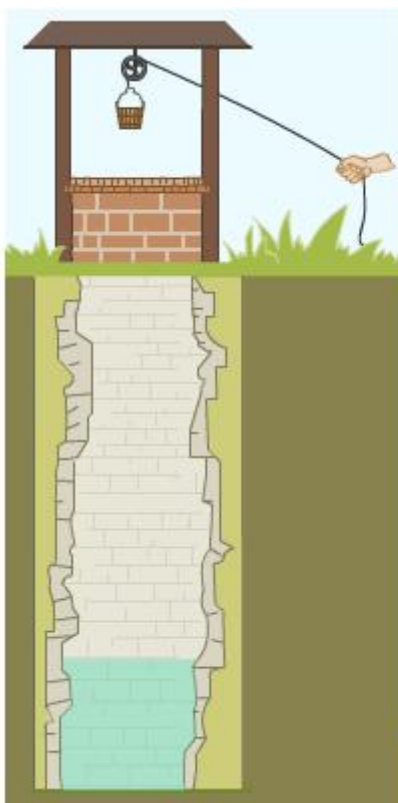
Rendimiento del proceso de sacar agua de un pozo con una polea

Para subir un caldero lleno de agua no sólo necesitamos realizar un trabajo para subir el agua, sino también realizar un trabajo para subir el caldero y la cuerda.



Como máquina utilizamos una polea.

La polea transforma el trabajo que realizamos sobre el sistema (cuerda, cubo y agua) en energía potencial.



Rendimiento

El rendimiento de un proceso lo expresa la relación entre la parte del trabajo que nos resulta útil y todo el trabajo que tenemos que realizar, los dos en el mismo tiempo, para lograr esa utilidad.

Veamos como utilizando una polea para sacar agua de un pozo casi alcanzamos un rendimiento del 100% .



↓ bajar caldero

Rendimiento

Al trabajo de sacar agua de un pozo (trabajo útil para nosotros) debemos sumarle siempre el trabajo de subir el caldero y el de recoger la cuerda.

Por lo tanto definimos rendimiento como:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Trabajo útil}}{\text{Trabajo total}}$$

continuar →



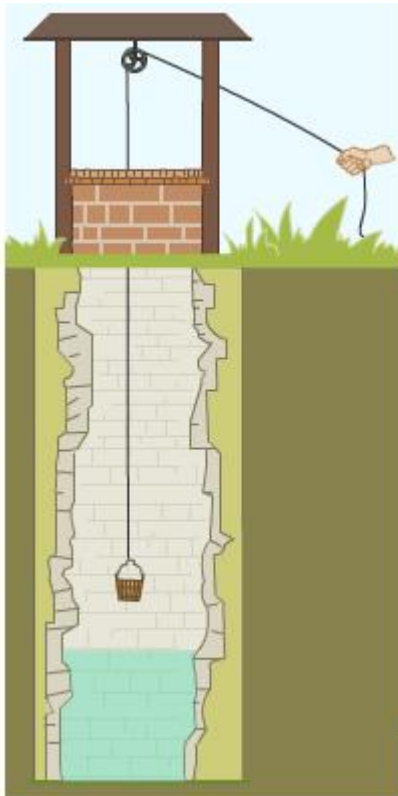
↓ bajar caldero

Rendimiento

Mientras el cubo desciende no realizamos trabajo sobre él (aplicamos $F=0$) e incluso podemos utilizar la energía potencial que pierde mientras cae para, atando un objeto al extremo libre de la cuerda, realizar un trabajo.

Obtendríamos así trabajo de la caída del caldero.

continuar →



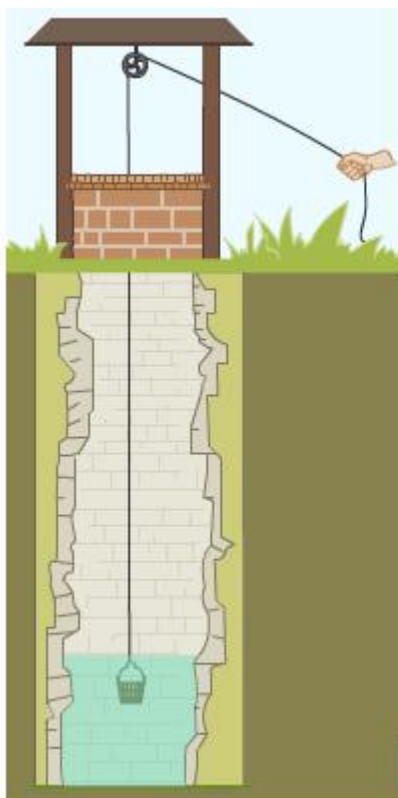
↓ bajar caldero

Rendimiento

La fuerza que aplicamos se transmite íntegramente al otro lado y tira del caldero. Si una fuerza inicial ligeramente superior al peso tira del sistema, origina una aceleración momentánea dándole una velocidad inicial. Esta "v" se mantiene constante durante la subida con sólo neutralizar el peso del cubo, del agua y de la cuerda con la fuerza de tracción.

La polea cambia la dirección de la fuerza y transforma nuestro trabajo en energía potencial. Por tanto, al no aumentar la fuerza aplicada, la polea no ofrece **ventaja mecánica**.

continuar →



↑ subir caldero

Rendimiento

Para subir el caldero cuando está en el fondo debemos neutralizar:

- el peso del caldero
- el peso del agua contenida en el caldero
- el peso de la cuerda que pende de la polea hasta el fondo.



↑ subir caldero

Rendimiento

A medida que sube el caldero la fuerza que debemos ejercer es cada vez menor.

Empezamos tirando con una fuerza máxima cuando el caldero está en la parte inferior y tiramos con una fuerza mínima cuando el caldero está en la parte superior y toda la cuerda está recogida.

continuar →



↑ subir caldero

Rendimiento

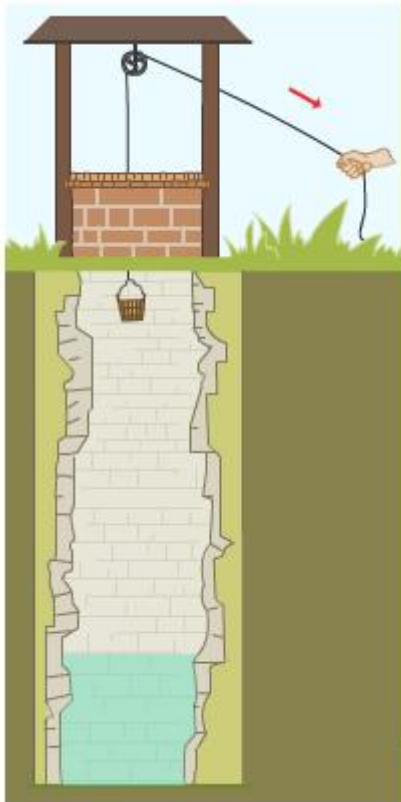
El peso de la cuerda varía según la expresión:
 Peso por unidad de longitud por la longitud total de la cuerda menos peso por unidad de longitud por la longitud de cuerda recogida

$$k \cdot 9,81 \cdot L - k \cdot 9,81 \cdot x$$

Siendo "k" la masa por unidad de longitud de la cuerda y "L" su longitud total.

"x" representa la parte de cuerda recogida.

continuar →



↑ subir caldero

Rendimiento

El peso total que debemos neutralizar con nuestra fuerza para subir el agua será la suma de :

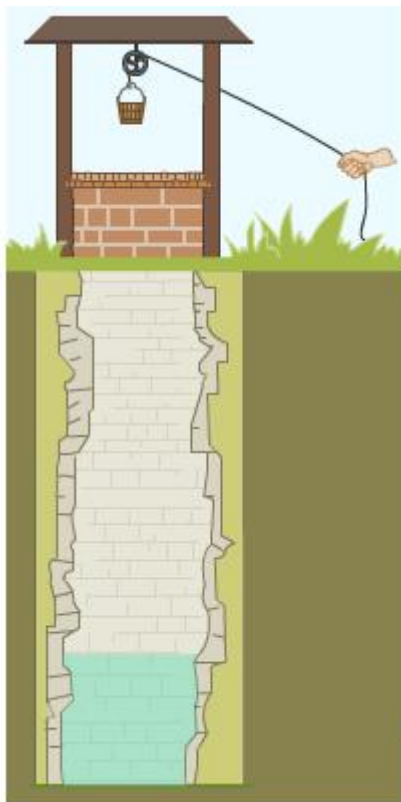
Peso del agua: $M_a \cdot g$

Peso del caldero: $M_c \cdot g$

Peso de la cuerda: $k \cdot g \cdot L - k \cdot g \cdot x$

siendo "Ma" la masa del agua y "Mc" la del caldero.

continuar →



Rendimiento

El trabajo que debemos realizar a través de la polea será:

$$W \text{ (total)} = \text{Fuerza variable} \cdot L$$

Como la fuerza varía linealmente podemos sustituir la fuerza variable por la fuerza media hallada como la media aritmética de la máxima y la mínima:

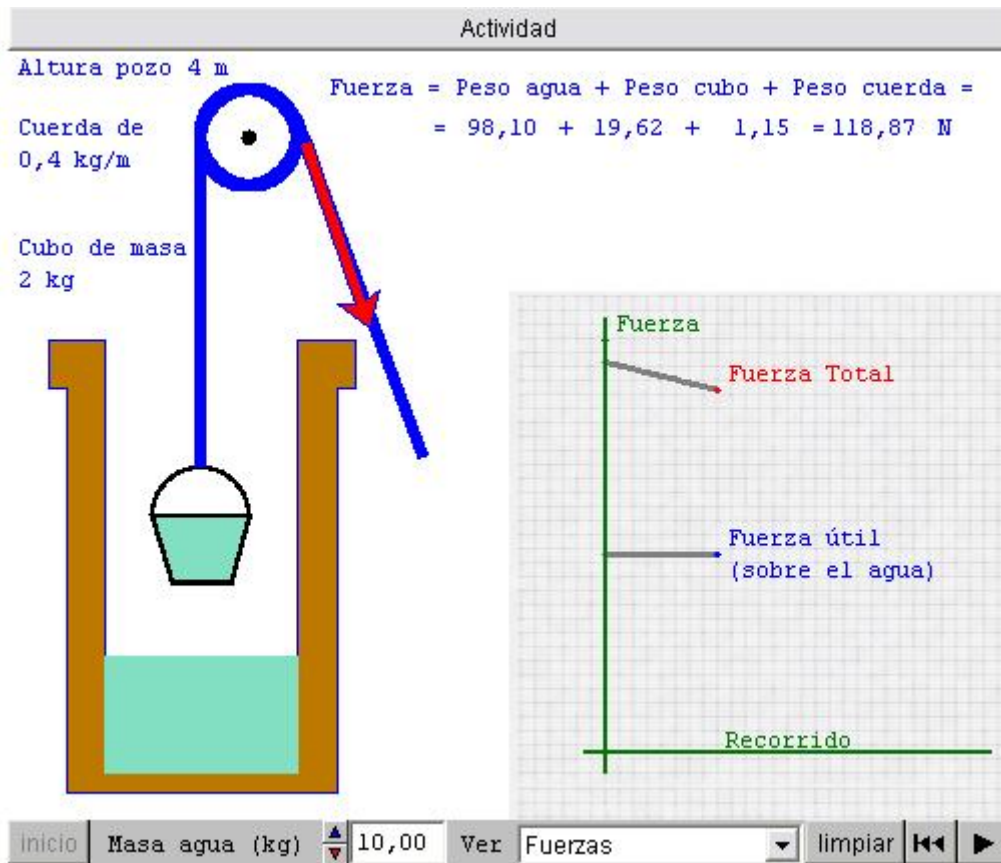
$$W \text{ (total)} = F_{\text{media}} \cdot L$$

El trabajo útil es igual a la energía potencial del agua en la parte superior:

$$W(\text{útil}) = M_a \cdot g \cdot L$$

inicio →

Escena con animación



- Actividad:** Lanza la animación y observa como varían los valores de F.
- ¿Qué sumandos de la fuerza total se mantienen constantes durante la subida?
 - Observa en la gráfica que el área amarilla corresponde al trabajo total.
 - ¿De qué color es el área que corresponde al trabajo útil?
 - ¿En cuánto varía el rendimiento si el caldero sube medio lleno?

Problemas

Problema 1

Subimos agua de un pozo de 10 m de altura con un cubo de masa 2 kg y capacidad 10 litros por medio de una polea. Cada metro de cuerda empleada tiene una masa de 100 g.

Utiliza $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$

- Calcula la fuerza máxima y mínima empleada para subir el agua.
- Calcula el trabajo necesario y el trabajo útil.
- ¿Cómo obtenemos un mayor rendimiento con el caldero lleno o medio lleno?
- ¿Cuál es el rendimiento máximo con este caldero y cuerda?
- ¿Podrías diseñar un sistema que aumentara el rendimiento de esta máquina a casi el 100%?
- Diseña un aparato para aumentar tu fuerza muscular aplicada a la cuerda que va a la polea.

Si sabes resolver el problema, comprueba tus resultados con los mostrados en "Soluciones". Pulsando en "Resolución" puedes ver la forma de hacerlo.

Normas generales para resolver problemas:

1.- Realiza un esquema.

2.- Memoriza los datos (no podemos resolver un problema si no conocemos bien lo que nos exponen y lo que pretenden que resolvamos). Memorizar datos no supone memorizar los valores sino el conjunto de las magnitudes que intervienen y las que nos piden averiguar.

3.- Relaciona los datos mediante las expresiones matemáticas que conozcas.

4.- Resuelve esas ecuaciones.

5.- Comprueba la coherencia de los resultados, sus órdenes de magnitud y sus unidades.

Problema 2

Para subir un baúl de 70 kg hasta una altura de 1,5 m empleamos un plano inclinado con una pendiente de 30° , lo que nos permite emplear solamente una fuerza de 350 N. Suponemos que el baúl no roza con el suelo. (Nota.- Utiliza $g = 10 \text{ ms}^{-2}$).

Calcula el trabajo empleado en subir el baúl y el trabajo empleado si fuéramos capaces de subirlo directamente sin emplear el plano inclinado.

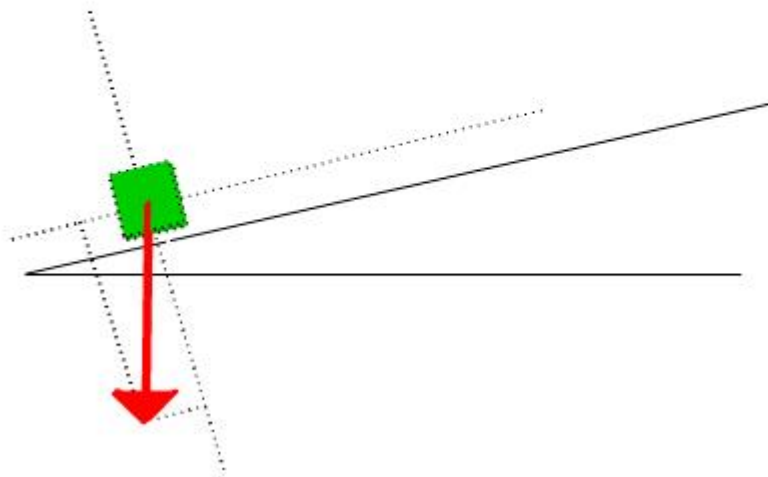
¿Qué rendimiento obtenemos utilizando el plano inclinado?

En el caso de un rozamiento de 0,1 ¿qué fuerza deberemos emplear? ¿Qué trabajo realizamos? ¿Qué rendimiento obtenemos ahora?

Ayuda:

Representamos el peso de un bloque que se apoya en un plano inclinado por un vector.

Ojo, el vector peso es perpendicular al suelo (no al plano).

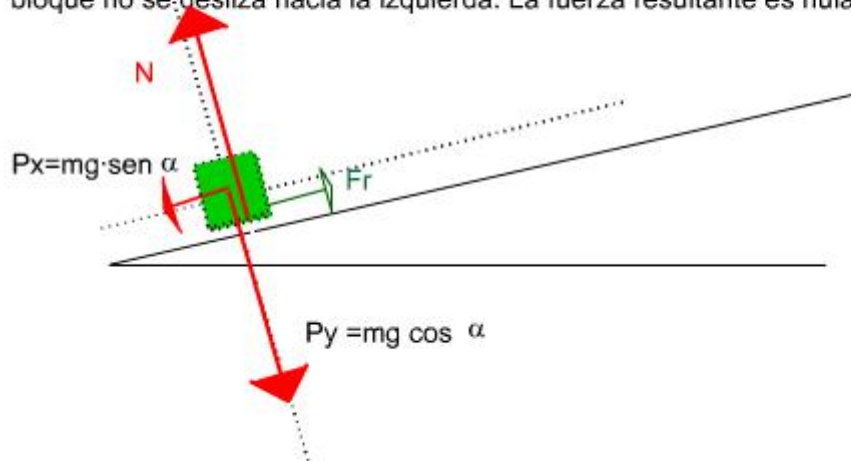


El peso se puede descomponer en dos componentes - P_x , P_y - cuya suma es igual a peso.

La componente - P_y - es perpendicular al plano, y la - P_x - paralela .

La normal - N - es igual a - P_y -. La fuerza resultante es nula en el eje y ($\sum F_y = 0$).

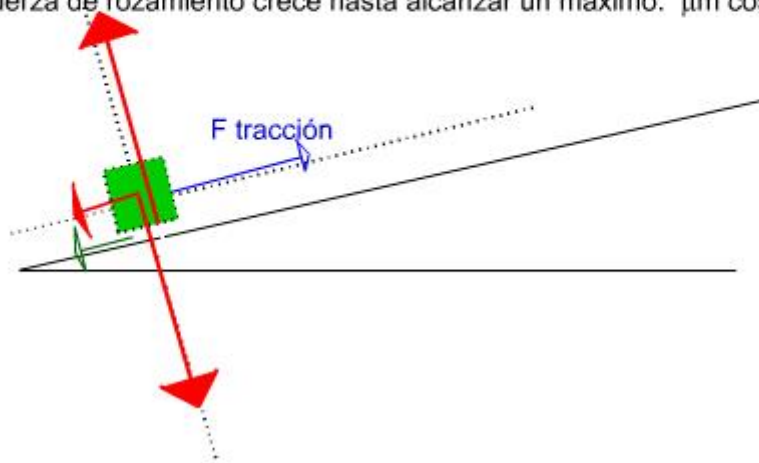
La fuerza de rozamiento entre el bloque y el suelo anula la componente - P_x - y el bloque no se desliza hacia la izquierda. La fuerza resultante es nula en el eje x .



A medida que aplicamos la fuerza de tracción se origina una fuerza de rozamiento que se opone a esa fuerza.

Observa que la fuerza de rozamiento se origina y crece a medida que la fuerza de tracción sobrepasa a la fuerza P_x .

La fuerza de rozamiento crece hasta alcanzar un máximo: $\mu m \cos \alpha$.



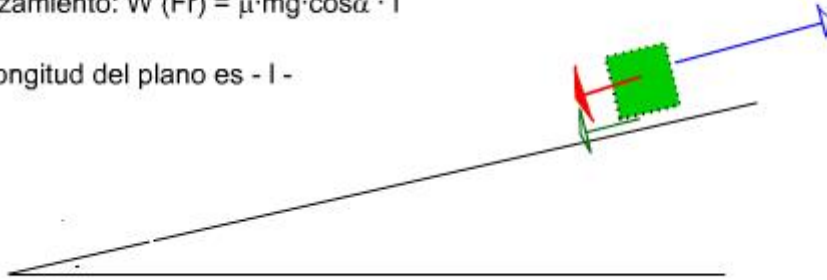
El trabajo realizado por las distintas fuerzas será:

F tracción : $W (F_{trac}) = F_{tracción} \cdot l$

F componente del peso: $W (F_{comp_peso}) = mg \sin \alpha \cdot l$

F rozamiento: $W (F_r) = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha \cdot l$

La longitud del plano es - l -



Problema 3

Por el motor eléctrico de un ascensor conectado a una tensión de 220 V circulan 2,5 amperios mientras hace subir un sistema de cabina, pasajeros y cables de 400 kg a una velocidad de 7 m / min. Calcula el rendimiento del sistema.

Nota.- Valor de $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Ayuda:

Recuerda:

El rendimiento es la relación entre el trabajo que consideramos útil para el fin que deseamos y todo el trabajo que tenemos que emplear en un tiempo dado.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Trabajo útil}}{\text{Trabajo total}}$$

Si referimos el trabajo al tiempo de un segundo, el trabajo realizado por segundo es la potencia. Por tanto la expresión anterior también puede escribirse en función de la potencia:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia útil}}{\text{Potencia total}}$$

Problema 4

Un problema grave que tiene el mundo es el de la energía y la optimización de recursos de todo tipo. En un mundo de recursos limitados su distribución, optimización y reparto equitativo son indispensables para la paz y la eliminación de tensiones

El bienestar del mundo pasa por la optimización de los recursos. Desperdiciar energía no sólo es un "pecado" sino una estupidez y un maldad.

La superpoblación y el aumento de energía relacionada con el deseable bienestar aumentan el calentamiento global y las contaminaciones de todo tipo. Los bajos rendimientos de los procesos aumentan la energía desperdiciada.

NO DESPILFARRES ENERGÍA, GASOLINA, COMIDA, etc. (Apaga las luces, los aparatos, etc).

NO DESTROCES Y MANCHA LO MÍNIMO. (Los detergentes degradan el medio ambiente).

RECICLA.

Y SOBRE TODO NO MOLESTES. ESO REDUCE MUCHO EL RENDIMIENTO DE LOS PROCESOS QUE OCURREN EN TU ENTORNO.

Observa, se respetuoso, ordenado, democrático, etc...Ni tu ni nadie somos los "reyes" de la creación. Sólo somos eslabones de la vida de los humanos que hemos tenido la suerte de nacer.

Este problema te lo propongo, pero yo no lo sé resolver, sólo lo podremos resolver entre todos, inténtalo tú también.

Evaluación

Si tienes claros los conceptos de lo que significa el rendimiento y la ventaja mecánica de las máquinas simples, y has entendido el problema propuesto, has cumplido los objetivos y puedes pasar a la autoevaluación.

1. Se define el rendimiento como....

- A. trabajo total menos el trabajo útil partido por trabajo total realizados por una máquina en un tiempo dado.
- B. trabajo útil partido por el trabajo total menos trabajo útil realizados por una máquina en un tiempo dado
- C. trabajo útil partido por trabajo total realizados por una máquina en un tiempo dado.

2. Deseamos realizar un trabajo de valor 800 J con una máquina que consume en su funcionamiento 200 J. Su rendimiento será de

- A. 0,25
- B. 0,8
- C. 80%

3. Para subir con una polea desde el fondo de un pozo de 6m un cubo de masa 1 kg y que contiene 5 litros de agua empleo una cuerda de masa 50 g / m ¿Qué fuerza inicial debo ejercer?
(Toma para el valor 10 para g)

- A. 90 N
- B. 60 N
- C. 63 N

4. Para subir con una polea desde el fondo de un pozo de 6m un cubo de masa 1 kg que contiene 5 litros de agua empleo una cuerda de 50 g / m ¿Qué fuerza ejerceré cuando el cubo esté arriba?
(Toma para el valor 10 para g)

- A. 6 N
- B. 65 N
- C. 60

5. Las máquinas del futuro tendrán

- A. un rendimiento del 100%
- B. siempre un rendimiento menor del 100%.
- C. un rendimiento mayor del 100%

6. Es importante obtener un buen rendimiento en los motores para

- A. ahorrar energía.
- B. ahorrar energía y proteger el medio ambiente.
- C. que duren más los motores.