

TP Nº 8 MAQUINAS SIMPLES

Pautas de entrega de Trabajos Prácticos:

- 1- El trabajo practico es individual.
- 2- Las respuestas deberán enviarse POR MAIL en un archivo Word o Foto
- 3- (Ver archivo: COMO SACAR FOTO A LOS TP).
- 4- Toda la comunicación será vía mail
- 5- Plazo de entrega 10 días, no esperar al último día, entregar ni bien lo terminan de hacer.

Despues de leer el apunte de Maquinas Simples, completar el siguiente cuestionario:

- 1) ¿Qué es una maquina simple?
- 2) ¿ Cuales son las maquinas simples más comunes?
- 3) Explicar que es una palanca y como funciona.
- 4) ¿ Cuales son las diferencias entre los distintos generos de palancas.
- 5) ¿ Que es el torque de una fuerza?
- 6) ¿ Que es una cupla?
- 7) ¿ Que es un Torno (Ver apunte) y para que se utiliza.
- 8) ¿ que podes desirme de las poleas?
- 9) ¿ Que es el factor de multiplicacion de una maquina simple?
- 10) ¿ Que tipos de aparejos podes nombrar y cuales son los factores de multiplicacion en cada uno de ellos?
- 11) Cual es el factor de multiplicacion del plano inclinado.

MÁQUINAS SIMPLES

Una máquina simple es un artefacto mecánico que transforma un movimiento en otro diferente, valiéndose de la fuerza recibida para entregar otra de magnitud, dirección o longitud de desplazamiento distintos a la de la acción aplicada.

Las máquinas simples más comunes son: palancas, poleas, tornos y planos inclinados y, si bien se inventaron hace miles de años, todavía reportan gran utilidad. Las máquinas que se utilizan actualmente no son más que combinaciones ingeniosas de una o más máquinas simples. No hay más que observar una máquina de escribir o una máquina de ferrocarril: por todos lados descubriremos palancas, tornos, poleas, engranajes, etc.

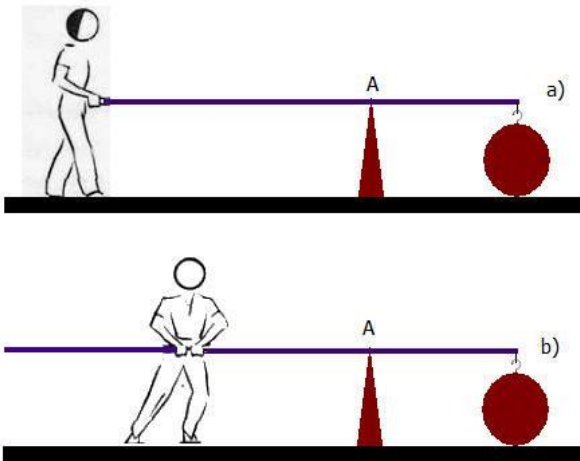
Siempre que queramos mover un objeto utilizando una máquina simple, nos haremos estas dos preguntas:

- 1) ¿Qué fuerza es necesaria para mantener en equilibrio a un cuerpo empleando una máquina simple?
- 2) ¿Cuánto vale la multiplicación de cada máquina?, es decir, ¿por cuánto se multiplica nuestra fuerza al emplear la máquina?

PALANCAS

Una palanca es, en general, una barra rígida, que puede girar alrededor de un punto o de un eje.

Para alzar la esfera por medio de una palanca es más conveniente proceder como en figura (a); si ejercemos fuerza más cerca del punto de apoyo como en la figura (b), será necesario un esfuerzo mayor.



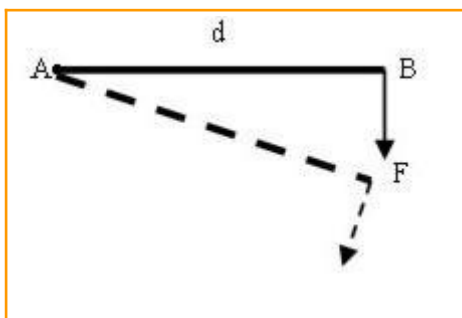
Imaginemos que se trata de levantar un peso, como está indicado en la figura. Instintivamente trataremos de tomar la palanca lo más lejos posible del punto de apoyo A, pues sabemos que así es más fácil levantarlo. Si tomamos la palanca por la mitad, habrá que hacer más fuerza.

Torque o Momento de una fuerza

El **momento de una fuerza** es, matemáticamente, igual al producto de la intensidad de la fuerza (módulo) por la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza hasta el eje de giro.

Expresada como ecuación, la fórmula es

$$M = F \cdot d$$



Cuando se ejerce una fuerza F en el punto B de la barra, la barra gira alrededor del punto A. El momento de la fuerza F vale $M = F \cdot d$

Donde:

M es momento o torque

F = fuerza aplicada

d = distancia al eje de giro

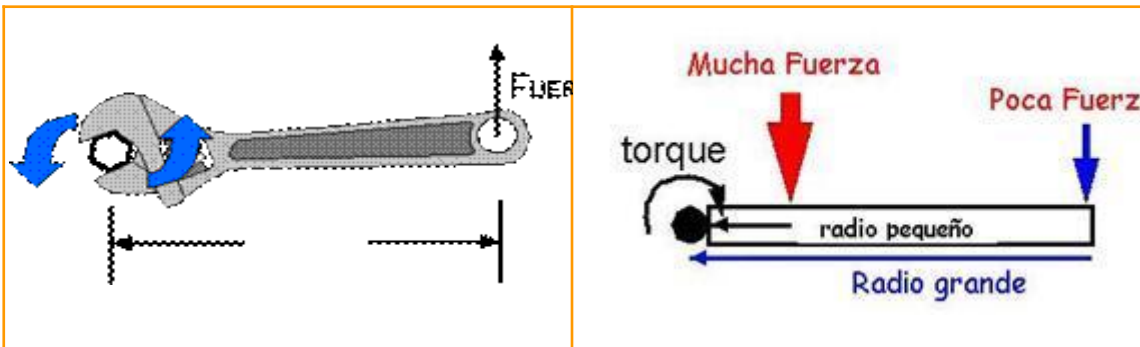
El torque se expresa en **unidades de fuerza-distancia**, se mide comúnmente en **Newton metro (Nm)**.

Si en la figura de la izquierda la fuerza F vale 15 N y la distancia d mide 8 m, el momento de la fuerza vale:

$$M = F \cdot d = 15 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} = 120 \text{ Nm}$$

La distancia d recibe el nombre de “**brazo de la fuerza**”.

Una aplicación práctica del momento de una fuerza es la **llave mecánica** (ya sea inglesa o francesa) que se utiliza para apretar tuercas y elementos similares. Cuanto más largo sea el mango (brazo) de la llave, más fácil es apretar o aflojar las tuercas.



Con este ejemplo vemos que el torque y la fuerza están unidos directamente.

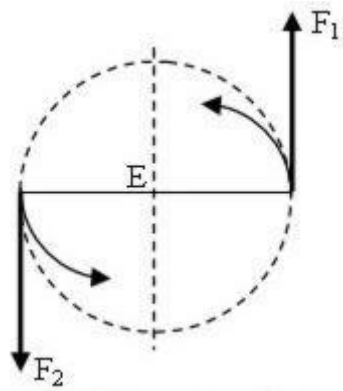
Para apretar una tuerca se requiere cierta cantidad de torque sin importar el punto en el cual se ejerce la fuerza. Si aplicamos la fuerza con un radio pequeño, se necesita más fuerza para ejercer el torque. Si el radio es grande, entonces se requiere menos fuerza para ejercer la misma cantidad de torque.

Ejercicios

Calcular el torque o momento de las siguientes fuerzas.

- 1) $F = 12 \text{ N}$ y su brazo $d = 5 \text{ m}$.
- 2) $F = 6,5 \text{ N}$ y su brazo $d = 8 \text{ m}$.
- 3) $F = 25 \text{ N}$ y su brazo $d = 15 \text{ m}$.
- 4) El momento de una fuerza vale 60 Nm . Si la fuerza mide 4 N , calcular el brazo de la fuerza.
- 5) El momento de una fuerza vale 125 Nm . Calcular el valor de la fuerza si su brazo mide 15 m .

Cupla o par de fuerzas



Una cupla es un sistema de dos **fuerzas paralelas**, de igual intensidad y de sentido contrario, que produce un movimiento de rotación.

Un par de fuerzas produce un movimiento de rotación,

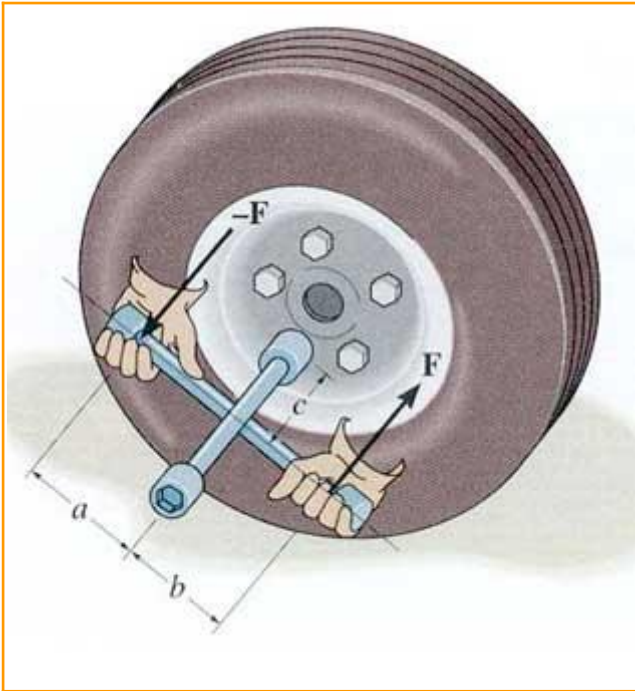
Cuando alguien utiliza una llave para quitar la rueda de un coche (automóvil), aplica dos fuerzas iguales y de sentido contrario.

Se observa que la llave no experimenta movimiento de traslación alguno, es decir, no se desliza, pero sí gira bajo la acción del **par de fuerzas**.

Aunque la resultante de las fuerzas del **par** es nula ($R = F_1 - F_2 = 0$), los **momentos** de cada fuerza del par, con respecto al **punto E**, suman su capacidad de **producir un giro**, por ello el efecto de un par de fuerzas es producir una **rotación**.

El volante de un automóvil es una aplicación práctica de un par de fuerzas.

Entonces, diremos que un **par de fuerzas**, es un **sistema** formado por dos fuerzas de la misma intensidad o **módulo**, pero de dirección contraria, capaces de producir una rotación.



Sacamos los bulones de la rueda utilizando el “MOMENTO” entregado por un par de fuerzas.

Entonces, un par de fuerzas queda caracterizado por su **momento** (M).

El valor del **momento** de un par de fuerzas es igual al producto de una de las fuerzas por la distancia que las separa:

Esto es,

$$M = F_1d = F_2d$$

La distancia que separa las fuerzas recibe el nombre de **brazo del par**

Ejemplo:

Calcular el valor del momento de un par de fuerzas cuya intensidad es 5 N si el brazo del par mide 2 m.

Solución:

$$M = F \cdot d = 5\text{N} \cdot 2\text{m} = 10\text{Nm}$$

Ejemplos comunes de pares de fuerza

En nuestra vida cotidiana encontramos numerosos aparatos o realizamos movimiento que se hacen aplicando un par de fuerzas.

Entre otros tenemos:

Destornillador

Sacacorchos

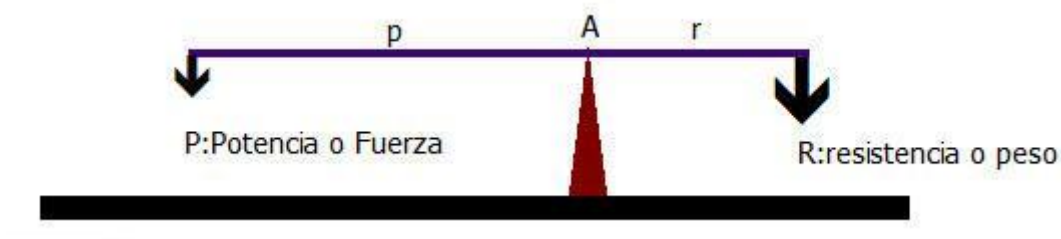
Apertura o cierre de una llave de agua o grifo

Ajustador de brocas de un taladro.

Batidora manual

Volante de un vehículo

Una vez entendido el concepto de “*momento de una fuerza*” volvemos observar que es lo que sucede cuando utilizamos una palanca



Esquema físico de la palanca

La explicación es evidente: el peso que queremos vencer, que llamaremos resistencia R, tiende a hacer girar la palanca en el sentido señalado y provoca un “*momento R*” respecto del eje A; la fuerza aplicada para vencerlo, que llamaremos fuerza motriz P, provoca un “*momento P*”.

La condición para que un cuerpo sometido a dos fuerzas esté en equilibrio, es que la resultante de la suma de los *momentos* sea nula.

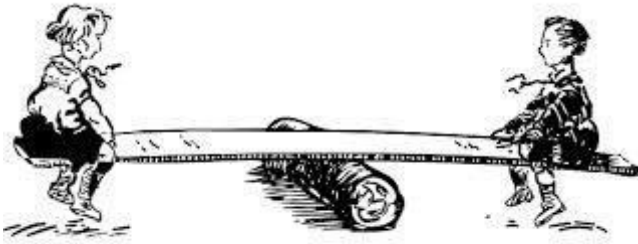
Como en este caso las fuerzas son paralelas, sus vectores-momento tienen la misma recta de acción, y para que el momento resultante sea nulo deberá ser:

$$M(P) + M(R) = 0.$$

La condición para que una palanca esté en equilibrio es que la suma de los momentos de la fuerza motriz y de la resistencia, con respecto al punto de apoyo, sea nula.

Ahora bien, podemos escribir el equilibrio de una palanca como:

$$P \cdot p = R \cdot r$$



El ejemplo más simple es el juego de niños subibaja, donde las distancias r y d son iguales y si los pesos son también parecidos el mismo quedará horizontal. Cuando uno de los niños se aleja del apoyo o es más pesado enseguida la tabla se inclina hacia un lado porque la ley de *equilibrio de momentos ya no existe*.

EJEMPLO PRÁCTICO DE PALANCA PARA ELEVAR MATERIALES PESADOS, EJERCIENDO FUERZAS CONSIDERABLEMENTE MENORES AL PESO DE LOS MATERIALES:

Se tiene una palanca de 1m de largo y se quiere levantar un peso de $P = 200\text{Kg}$, apoyando la barra a $r = 0,20\text{ m}$. del punto de apoyo o de pivot. ¿Cuál es la fuerza P que debemos realizar para este caso?



Solución: aplicamos la fórmula general de palanca y reemplazamos los valores datos del problema:

$$P \cdot p = R \cdot r$$

$$P \cdot 0,80 = 200 \cdot 0,20$$

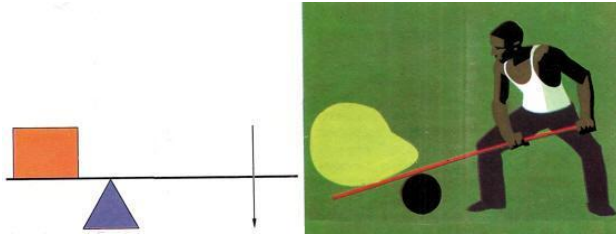
$$P = 200 \cdot 0,20 / 0,80 = 50 \text{ Kg.}$$

Factor de Multiplicación de una Palanca: $R = P \cdot \frac{p}{r}$

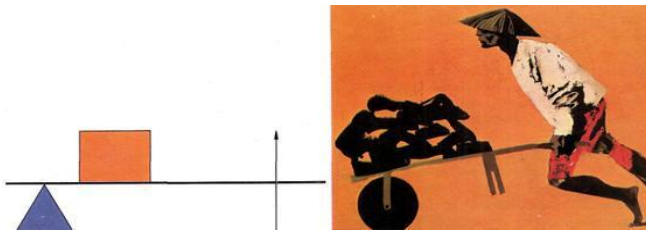
Es decir, la palanca multiplica a la fuerza motriz por el factor p/r llamado factor de multiplicación.

GÉNEROS DE PALANCAS

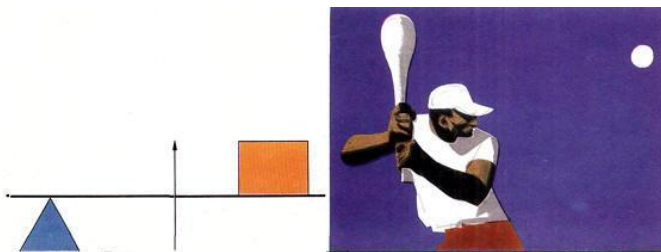
Son palancas de **primer género** aquellas cuyo punto de apoyo está entre la resistencia y la fuerza motriz. Ejemplos: el subibaja, las tijeras, las balanzas de platillos.



Palancas de **segundo género** son aquellas que tienen la resistencia aplicada entre el punto de apoyo y la fuerza motriz. Ejemplos: la carretilla, el rompenueces.



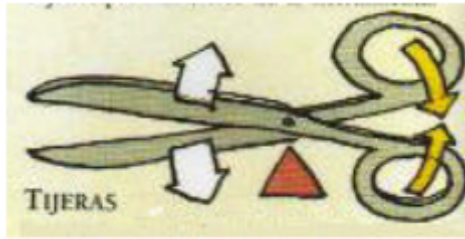
Palancas de **tercer género** son aquellas que tienen la fuerza motriz entre el punto de apoyo y la resistencia. Ejemplo: las pinza para depilarse.



Cualquiera que sea el género de palanca, la condición de equilibrio es la misma: $P.p = R.r$



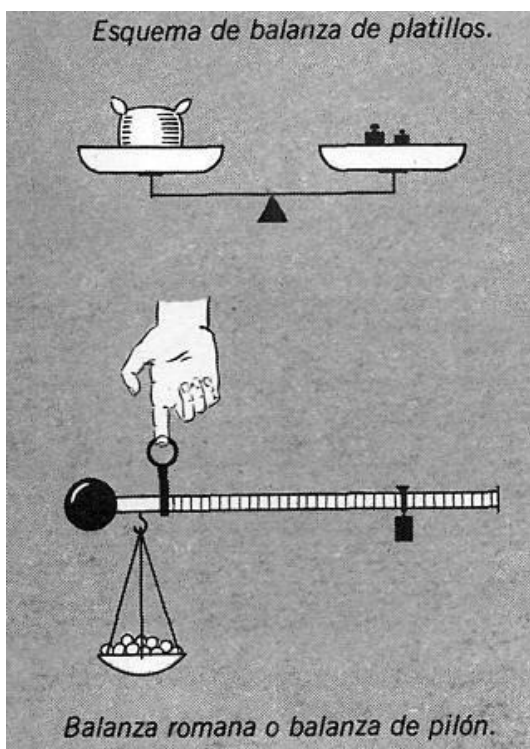
Incluso las máquinas más complejas son combinaciones de máquinas simples.



Una herramienta de uso diario es la tijera, siendo la misma una combinación de dos palancas de primer género. Estas realizan una fuerte acción de corte cerca del punto de apoyo. La carga es la resistencia del material a la acción de corte de las hojas de la tijera.

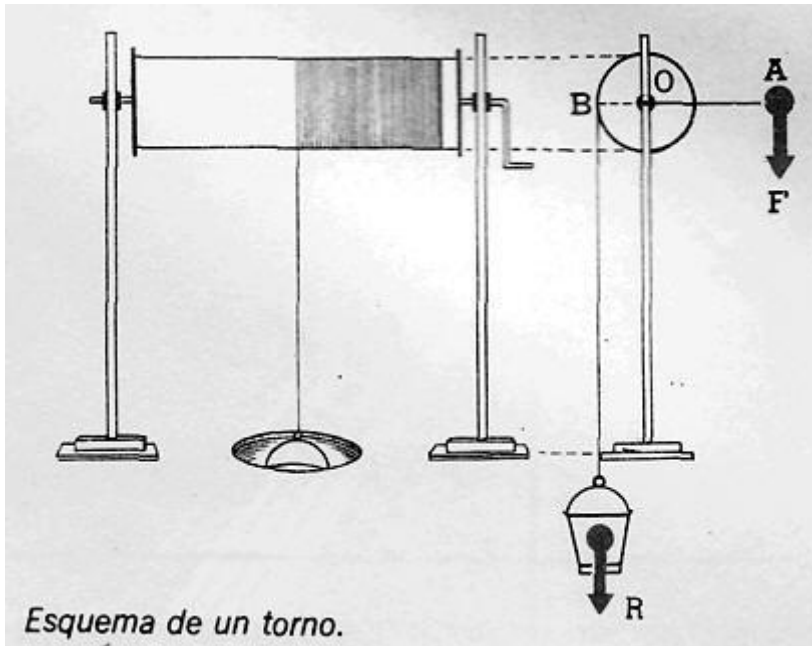
BALANZAS

Las balanzas son una aplicación de la palanca. Hay diversos tipos pero las más comunes son las de platillos y la romana o de pilón. Las primeras son palancas de brazos iguales, de modo que la resistencia y la fuerza motriz deben ser iguales. En las romanas, en cambio, el brazo de la resistencia es siempre menor. Algunas de éstas tienen dos lugares de donde colgar la resistencia: el más cercano al punto de apoyo se usa cuando la resistencia es muy pesada.



EL TORNO

El torno no es sino una palanca con forma apropiada para que dé muchas vueltas y pueda arrollar una soga. Lo constituye un cilindro que por medio de una manija gira alrededor de su eje, que permanece fijo.



La figura muestra un torno desde dos ángulos distintos, el punto O es la proyección del eje; el segmento OB es el radio del cilindro, y OA es el brazo de la manija.

La condición de equilibrio del torno es la misma que la de la palanca: que la suma de los momentos de las fuerzas aplicadas sea nula:

$$M(P) + M(R) = 0$$

Ósea:

$$F \cdot OA = R \cdot OB$$

FACTOR DE MULTIPLICACIÓN DEL TORNO

Teniendo en cuenta la condición de equilibrio: $R = F \cdot \frac{OA}{OB}$, el factor $\frac{OA}{OB}$ es el factor de multiplicación del torno.

Si, por ejemplo, la manija tiene 40 cm de largo y el radio del cilindro mide 10 cm, la multiplicación vale $40 \text{ cm} : 10 \text{ cm} = 4$. Cualquier fuerza que se aplique en la manija aparece en la periferia del cilindro multiplicada por 4.

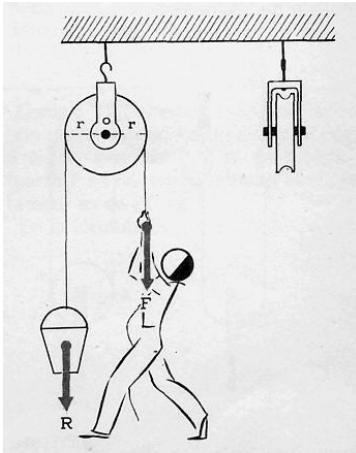
LAS POLEAS

Las poleas hacen posible que un hombre levante objetos de varias veces su propio peso. La misma acción de agacharse para levantar algo es incómoda y dificultosa si el objeto es pesado. Es mucho más fácil levantar el objeto tirando del cable de una polea. Así, los músculos del hombre funcionan más eficientemente y la posición erecta es ciertamente mucho más cómoda.

Polea Fija

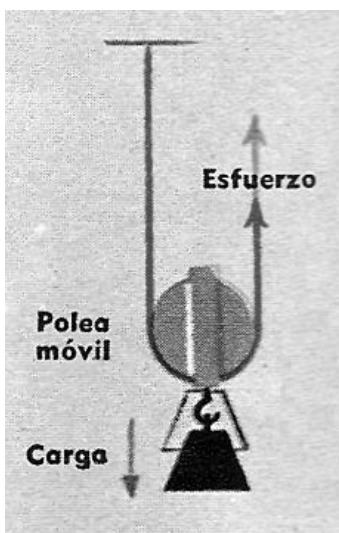
La polea más sencilla consiste en una rueda acanalada suspendida por su eje del cielo raso y que puede girar libremente. Se le dice polea fija porque está fijada al cielo raso. Alrededor de la

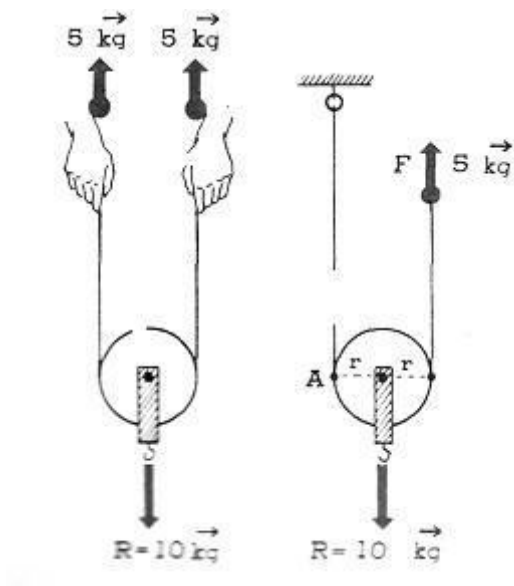
rueda pasa un cable o una cadena. Un extremo se asegura a la cosa a levantar, del otro extremo se tira para levantarlo. Aquí el único beneficio es el de la postura, ya que puede ejercerse el esfuerzo en posición erguida. Pero para levantar 50 Kg. debe ejercer un esfuerzo de por lo menos 50 Kg. El factor de multiplicación o ventaja mecánica de este dispositivo es 1, es decir que mi fuerza es igual al peso que levanto.



Polea Móvil

Hay una disposición en donde una polea móvil simple puede dar una ventaja mecánica de 2. En este caso, un extremo del cable es fijo y la polea, de la cual está suspendida la carga, sube junto con ella al tirar nosotros del otro extremo del cable. Como la carga está suspendida de dos lados, cada uno de los cuales toma la mitad del esfuerzo, éste se reduce a la mitad. A primera vista esto parece ser un medio de conseguir algo por nada, pero, en realidad, no es así.





EXPLICACIÓN: Para equilibrar una resistencia R , se aplica la fuerza F (se usa F en lugar de P); estudiaremos ahora qué relación hay entre ambas fuerzas.

La figura muestra que para equilibrar 10 Kg., cada mano debe aplicar 5 Kg.; si nos desentendemos de una de las ramas, atándola al soporte, la fuerza motriz aplicada es de sólo 5 Kg.

Siempre será, pues: $F = \frac{R}{2}$. Para este caso, la condición para que una polea móvil esté en equilibrio es que la fuerza motriz sea la mitad de la resistencia.

El factor de multiplicación de la polea móvil es 2 , es decir que mi fuerza se multiplica por 2

La explicación es sencilla: si observamos una *polea móvil* en funciones, veremos que la rotación se produce alrededor del punto **A**. Para que esté en equilibrio, ambos momentos deben ser iguales y opuestos

$$M(F) = M(R)$$

$$M(F) = F \cdot 2r \Rightarrow (r, \text{radio de la polea})$$

$$M(R) = R \cdot r$$

$$F \cdot 2r = R \cdot r$$

$$F = \frac{R}{2}$$

FACTOR DE MULTIPLICACIÓN DE LA POLEA MÓVIL:

En el caso de fuerzas paralelas, $R = 2F$, el factor de multiplicación de la polea móvil es 2.

Esto no es magia, el trabajo hecho por el esfuerzo jamás es *menor* que el aplicado a la carga. Lo que ocurre es que por *cada metro de cable que tiramos la polea sube solamente 50 cm.*, puesto que los cables por acortar son dos.

En la polea móvil la potencia debe moverse una distancia dos veces mayor que la resistencia, con lo cual podemos decir que la relación de velocidades entre el esfuerzo y la resistencia es 2. Si las poleas no tuvieran peso propio y no existiera fricción que se opone al movimiento, la ventaja mecánica y la relación de velocidades serían iguales.

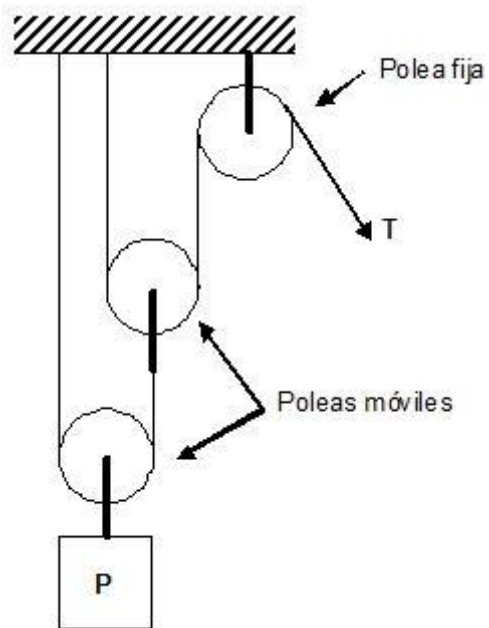
Pero en la realidad existe el frotamiento y el peso de la polea, de modo que se necesita un esfuerzo adicional para vencer estas resistencias. En la práctica, esto disminuye la ventaja mecánica, que es menor que la relación de velocidades. Aquí, para simplificar, las poleas se suponen sin peso ni fricción.

LOS APAREJOS:

Un aparejo consiste en una combinación de poleas fijas y móviles dispuestas de modo que se pueda levantar un peso tirando cómodamente en posición erguida, hacia abajo.

Aparejo Potencial

Sistema de poleas que consta principalmente de una polea fija y una o más poleas móviles. Permite levantar cuerpos pesados con poco esfuerzo. Su esquema básico es:



Su fórmula es:

$$T = \frac{P}{2^n}$$

Donde,

T: Tensión (potencia)

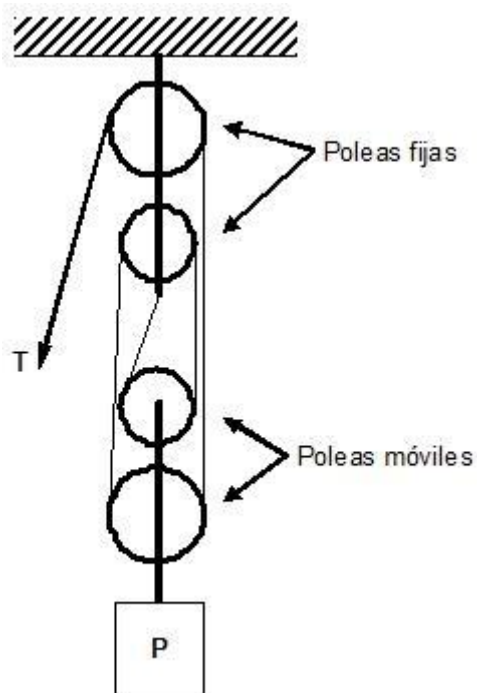
P: Peso

n: Número de poleas móviles

El factor de multiplicación en el aparejo potencial es 2^n , es decir que mi fuerza se multiplica por 2^n

Aparejo Factorial

El sistema de izaje consistente en igual cantidad de poleas móviles y fijas. Permite levantar cuerpos pesados, cuanto más poleas disponga menor será el esfuerzo. Es muy empleado pero es menos eficiente que el aparejo potencial. Su esquema básico es:



Su fórmula es:

$$T = \frac{P}{2 \cdot n}$$

Donde,

T: Tensión (potencia)

P: Peso

n: Número de poleas móviles

Una manera rápida de determinar la ventaja mecánica en aparejos, llamados factoriales, es contar el número de cables que sostienen la carga. Si hubiera cinco cables, la ventaja mecánica sería entonces de cinco.

El factor de multiplicación en el aparejo factorial es $2 \times n$, es decir que mi fuerza se multiplica por $2 \times n$

EL PLANO INCLINADO

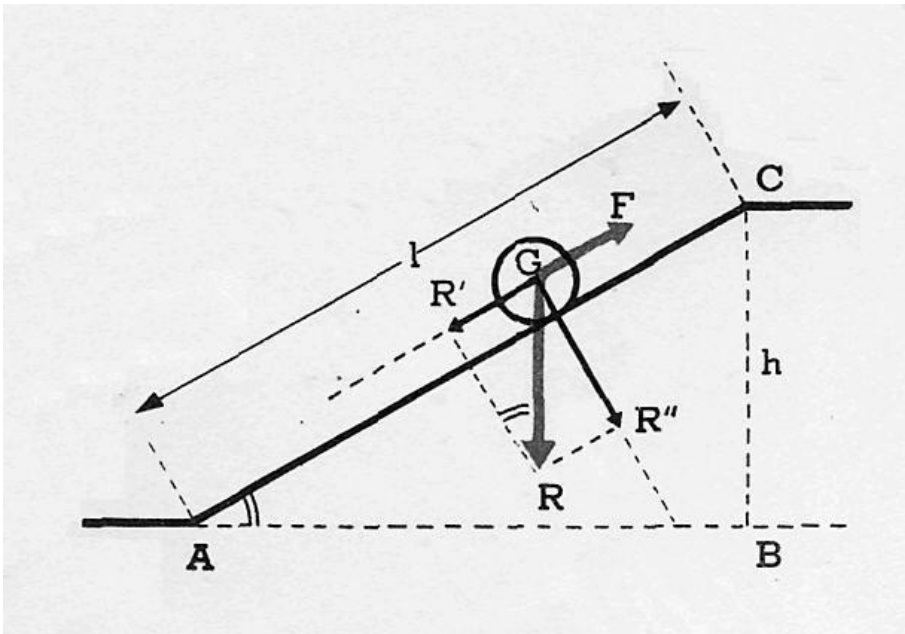
Una máquina tiene por objeto utilizar ventajosamente energía para producir trabajo. En general, la máquina proporciona un modo más fácil de hacer el trabajo, pero en ningún caso se

puede conseguir de la máquina más trabajo que el que se le suministra. Artículos anteriores sobre palancas y poleas han demostrado que es posible, en comparación, levantar grandes pesos mediante la aplicación de fuerzas pequeñas.

El plano inclinado es otro medio para levantar un gran peso con facilidad. Es especialmente útil para cargar barriles y toneles, puesto que se pueden rodar hacia arriba por la pendiente. Este método se usa, actualmente, para cargar barriles de cerveza en carros y camiones de reparto, pero hace tiempo se utilizó mucho más ampliamente. El plano inclinado debe de haber sido una de las pocas máquinas que el hombre tenía en la antigüedad. Por ejemplo, los primitivos egipcios utilizaron las pendientes en gran escala para la construcción de las pirámides.



Ejemplo simple y que nos trae recuerdos, el tobogán es un plano inclinado, que nos permite deslizarnos suavemente desde una altura importante que de otra manera nos lastimaríamos. Cuánto más grande es el ángulo en el piso, más rápido descendemos porque la fuerza que nos empuja se hace mayor.



DEDUCCIÓN DE LAS FORMULAS:

La figura superior muestra un plano inclinado, y un barril cuyo peso es la resistencia R, que se debe equilibrar con la fuerza motriz F. Para hallar la condición de equilibrio, descompongamos la resistencia R en dos: R', paralela al plano inclinado, y R'', perpendicular al mismo. Como ésta queda anulada por la reacción del plano, la que hace deslizar al barril hacia abajo es R'.

La condición para anular R' es que F sea igual y opuesta a R'.

Observando la figura se advierte que los triángulos RR'G y ABC son semejantes, por ser rectángulos y tener el ángulo A = al ángulo R (pues sus lados son perpendiculares entre sí y ambos son agudos). Por lo tanto, sus lados homólogos son proporcionales.

$$\frac{R'}{R} = \frac{h}{l}$$

Cuando hay equilibrio, se cumple que $F = R'$

$$F \cdot l = R \cdot h$$

La condición de equilibrio en el plano inclinado es que el producto de la fuerza motriz por la longitud del plano sea igual al producto de la resistencia por la altura del mismo.

Ejemplo: Debemos mantener en equilibrio un tambor sobre un plano inclinado de 5 m de longitud y 2 m de altura. ¿Qué fuerza F es necesario aplicar, si el peso del tambor es de 80 Kg.?

En la fórmula anterior: $F \cdot l = R \cdot h$ despejamos $F = R \cdot \frac{h}{l} \Rightarrow 80 \cdot \frac{2}{5} = \mathbf{32 \text{ Kg.}}$

Para los que saben trigonometría y observan en factor $\frac{h}{l}$, representa al seno del ángulo en A, o sea que si no tenemos el largo o la altura del plano podemos medir el ángulo en A, y buscar el seno.

Ejemplo: sobre un plano inclinado hay un barril de 1.000 N. Calcular la fuerza necesaria para mantenerlo en equilibrio, sabiendo que el plano forma un ángulo de 30° con la horizontal.

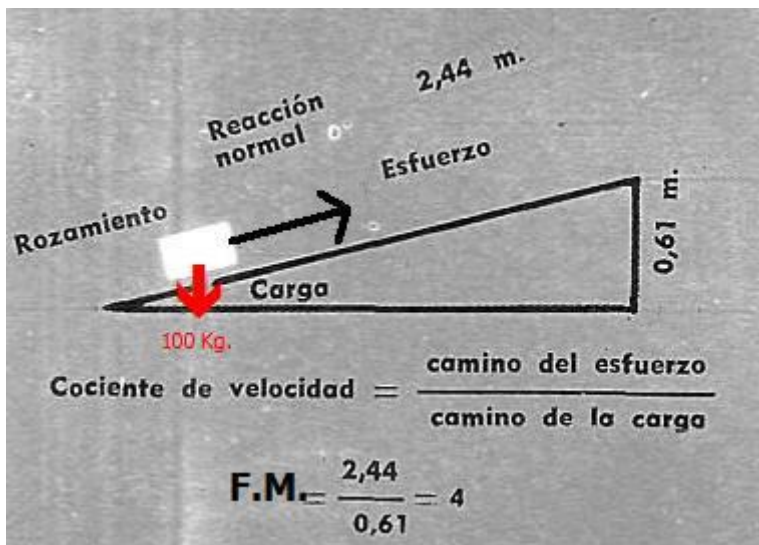
Aplicando la fórmula hallada: $F \cdot l = R \cdot h \Rightarrow F = R \cdot \frac{h}{l} = R \cdot \sin(30^\circ) = 1000 \cdot 0,50 = \mathbf{500 \text{ N.}}$

MULTIPLICACIÓN DEL PLANO INCLINADO

Teniendo en cuenta que la condición de equilibrio es: $F = R \cdot \frac{h}{l}$ el factor de multiplicación del plano es $\frac{h}{l}$

Por ejemplo, si un plano que llega hasta una altura de 60 cm tiene una longitud de 2,4 m, la multiplicación vale $2,4 \text{ m} : 0,6 \text{ m} = 4$; se podrá mantener en equilibrio cualquier cuerpo con sólo hacer una fuerza motriz igual a la cuarta parte de su peso.

Ejemplo:



Por lo tanto, si no hubiera resistencia debida a rozamientos, una carga de 100 Kg. se podría subir por el plano con un esfuerzo de 25 Kg. Pero en la práctica sería de 35 Kg. a 45 Kg., según la naturaleza de las superficies.

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS: Se requiere una fuerza mayor para mover la carga en un plano con fuerte ángulo de inclinación que en otro menos inclinado. Sin embargo, el trabajo total que se requiere para levantar la carga a una misma altura es el mismo, cualquiera que sea el ángulo de inclinación del plano. Por otra parte, se ha de realizar un trabajo adicional para vencer las fuerzas de fricción entre la carga y el plano, y éstas son menores cuanto más grande sea el ángulo de inclinación del plano con la horizontal.

El cociente de velocidad de cualquier máquina se obtiene dividiendo la distancia a lo largo de la cual se traslada la fuerza aplicada (o esfuerzo) por la altura a la cual se eleva la carga. Como en las otras máquinas, el cociente de velocidad de un plano inclinado se calcula a partir de sus dimensiones.

La distancia que recorre la fuerza aplicada es la distancia a lo largo del plano, mientras que la distancia a la cual se eleva la carga es la altura a la que se encuentra. Puesto que las fuerzas de fricción, o rozamiento, tienen un efecto mucho mayor en el rendimiento del plano inclinado que en otras máquinas (especialmente poleas), se gana muy poco intentando calcular la ventaja mecánica (carga/esfuerzo) a partir de consideraciones teóricas. Es más conveniente encontrar experimentalmente la ventaja mecánica, y utilizarla como un medio de calcular la magnitud de las fuerzas de rozamiento.

La fricción por la acción de rodar que se experimenta al cargar barriles (y otros objetos de sección circular) es pequeña si se compara con la fricción de deslizamiento que se debe vencer cuando se empujan cajas (o se tira de ellas) por un plano inclinado. Por esta razón, el plano inclinado se ha utilizado durante muchos años para cargar barriles. Recientemente, sin embargo, el trabajo adicional necesario para cargar cajas se ha reducido considerablemente,

mediante el empleo de planos inclinados provistos de rodillos metálicos. En este caso, los rozamientos se han reducido al cambiar la fricción de deslizamiento por fricción de rodadura.