

SOBRE PALANCAS, POLEAS Y GARRUCHAS

Por Ignacio Cristi

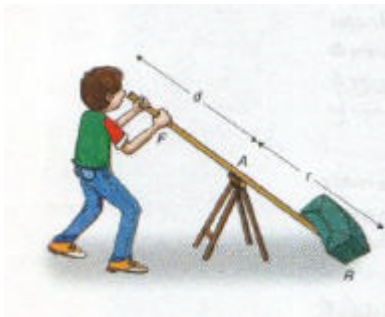
- 1. PALANCAS**
- 2. POLEAS**
- 3. APAREJOS O GARRUCHAS**

1. PALANCAS:

La palanca es una barra rígida que puede girar alrededor de un punto fijo o eje, cuando se le aplica una fuerza para vencer la resistencia. Es usada para vencer la mayor resistencia con el esfuerzo aplicado. Las palancas se clasifican en 1ª, 2ª y 3ª clase, esto se hace según la ubicación del punto de apoyo A (llamado fulcro), de la fuerza motriz F y de la resistencia. Haremos también una distinción de la "palanca matemática" (en la que no se considera el peso de la palanca) y la "palanca física" (en la que sí se considera el peso de la palanca).

Esta máquina es una aplicación directa del principio de momentos donde una de las fuerzas (la resistencia R) hace girar la palanca en un sentido. Es decir, constituye un momento $R \times r$ respecto de A; mientras que la otra fuerza (motriz F), en el sentido contrario, tiene un momento de inercia determinado por $F \times d$ (d y r son los brazos respectivos).

La condición para que una palanca se mantenga en equilibrio es que la suma de los momentos de fuerza motriz y de la resistencia sean nulas.



Esto es: $\Sigma \tau_A = 0$

O sea: $F \times d = R \times r$ lo cual representa la ley de la palanca.

d = Su valor debe estar en Metros

r = Su valor debe estar en Metros

"El producto de la fuerza por su brazo es igual al producto de la resistencia por su brazo"

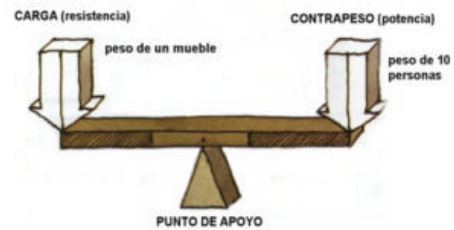
Palancas de Primera clase:

Como dijimos al principio, son aquellas en la cuales su punto de apoyo está entre la resistencia y la fuerza motriz.

El equilibrio se da porque la fuerza F da un momento positivo $M+ = F \times d$ que se anula con el momento negativo de la resistencia R $M- = R \times r$. Al producirse esta estabilización de momentos, la ecuación de equilibrio es la mencionada anteriormente. ($F \times d = R \times r$)

De esta ecuación podemos calcular el valor de F necesario para poder equilibrar una, a través de la siguiente: $F = \frac{R \times r}{d}$

Con la ecuación mostrada anteriormente para obtener el valor de F se puede concluir que para obtener una mayor economía de fuerza conviene que el brazo de la fuerza motora sea grande y el de la resistencia pequeño.



Cuando el punto de apoyo está en la mitad, la longitud entre el punto medio y F, es igual a la longitud entre el punto medio y R, por lo que para que se mantenga en equilibrio las fuerzas deben ser iguales.



Cuando el punto de apoyo está descentrado, se da el caso en que se necesita una fuerza menor para poder equilibrar la balanza, con esto la ventaja mecánica es ahorro de fuerza (contrapeso). En la siguiente figura se muestra que la distancia entre el apoyo y F es el doble que la distancia entre el apoyo y R, por lo que

$d = 2r$, con esto si lo llevamos a la ecuación obtenemos $F = 2R$, es decir necesitamos la mitad de la fuerza que ejerce la carga para mantener en equilibrio la palanca.

Ejemplo:

- Se tiene una palanca de 4m de largo en la que hay una carga de 20kg, que está a 2,7m del eje. ¿Cuál será el valor de la fuerza motora si esta fuerza se encuentra a 1.3 m del eje?. El peso de la barra es despreciable.

Datos :

$$F = ?$$

$$d = 1,3m$$

$$R = 200N$$

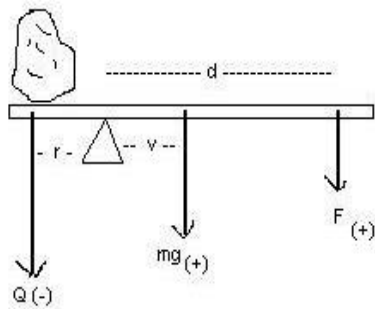
$$r = 2,7m$$

Aplicamos la fórmula dicha anteriormente:

$$F \times d = R \times r \rightarrow F = \frac{200N \times 2,7m}{1,3m} = 415,3846154N$$

Ejemplo de palanca física de 1ª clase. (Considerando el peso de la palanca).

Consideraremos la barra como un material grueso y uniforme, es decir que su centro de gravedad 'G' está en el centro de ella donde actúa su peso $P = mg$ con un brazo "v".



Habíamos quedado en que la Resistencia producía un momento negativo igual a $R \times r$ que era equilibrado por el momento positivo de $F \times d$, pero ahora le agregaremos el peso de la palanca ($P = mg$), con lo queda la siguiente expresión: $F \times d + mg \times v = R \times r$

En la figura se puede ver que el peso está a favor de la fuerza

Ejemplo:

- Para mover una piedra (Q) que hace una fuerza de 20kg (en la barra hace una fuerza resistente de 200N) se usa una barra de 1.6 m de largo y de 1 kg (osea hace una fuerza de 10N) de peso, como se muestra en la figura. ¿Dónde debe situarse el punto de apoyo si en el extremo de la barra una persona hace una fuerza de 6kg.?

Desarrollo:

$r = x$ = el brazo de la resistencia

$v = 80 - x$ = el brazo del peso (ya que G es el punto medio de la barra)

$d = 160 - x$ = el brazo de la fuerza

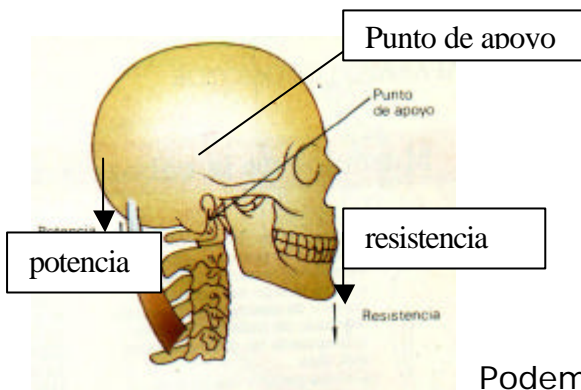
Ahora realizamos la ecuación igualando los momentos positivos con los negativos y queda:

$$60 * (160 - x) + 10 * (80 - x) = 200x$$

Resolviendo la ecuación nos queda $x = 38.5 \text{ cm} \rightarrow 0.385 \text{ m}$

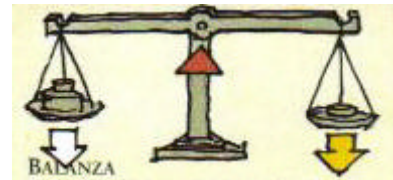
*Para este ejercicio y para algunos de más adelante, se considerará lo siguiente:
Si un cuerpo pesa 10Kg, será tomado como una fuerza de 100N, ya que le multiplicaremos la aceleración que experimenta ($g = 10\text{m/s}^2$)*

Ahora mostraremos unos ejemplos de palancas de primera clase.

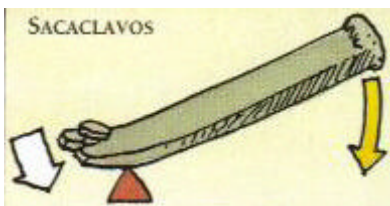


Podemos ver que el cuerpo humano está lleno de palancas de distintas clases, por ejemplo, la cabeza, donde su peso es contrarrestado por la acción de la musculatura de la nuca, tomando la columna vertebral como punto de apoyo.

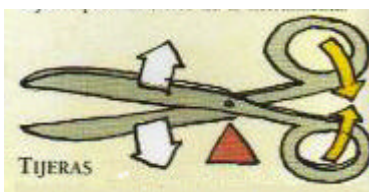
También la 'típica' balanza que se encarga de pesar la carga, ésta debe reunir por lo menos tres condiciones que son:



Ser sensible (que cuando en uno de sus platillos le coloque un peso debe perder su equilibrio, por muy pequeña que sea la carga), también debe ser exacta (que al colocar pesos iguales en los platillos debe recuperar su posición de equilibrio) y finalmente debe ser estable (debe volver a la posición de equilibrio)



Este instrumento, suele estar en los martillos, aquí la fuerza la realiza la persona que intenta sacar el clavo. La carga es la resistencia del clavo al ser extraído.



las tijeras.

Un material de uso diario, las tijeras. Son dos palancas combinadas de primer grado. Estas realizan un 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

Finalmente "la carretilla de dos ruedas", usada para trasladar los balones de gas, entre otros. Basta inclinar las varas de la



carretilla para poder transportar una pesada carga con un pequeño esfuerzo.

Palancas de Segunda clase:

En este tipo de palancas el punto de apoyo está en un extremo de ella, la potencia o fuerza motriz (F) en el otro extremo y la resistencia (R) en algún punto intermedio. Si vemos el dibujo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

M+ = $F \times d$, la resistencia R da un momento positivo.

M- = $R \times r$, la fuerza motriz produce un momento negativo.

Luego para que se quede en equilibrio tenemos que $F \times d = R \times r$.

Podemos ver como la fórmula obtenida es exactamente la misma que para una palanca de primer género. Así si tenemos un brazo suficientemente grande se puede vencer una resistencia grande aplicando una potencia pequeña.

Ejemplo:

- Suponga una carretilla de masa despreciable que mide 1m, que está cargando un libro de física que pesa 2 kg. Determine la distancia que hay entre el punto de apoyo y la carga, si la fuerza aplicada sobre el estudiante es de 10N..

Datos:

$$F = 10N$$

$$d = 1m$$

$$R = 20N$$

$$r = ?$$

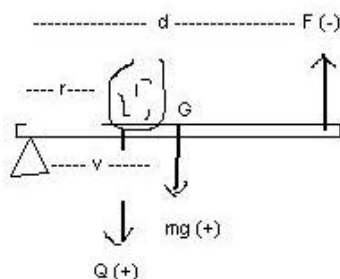
$$\text{De la ecuación: } F \times d = R \times r \quad \text{obtenemos: } r = \frac{F \times d}{R} \rightarrow$$

$$r = \frac{1}{2} \rightarrow r = 0.5m$$

Ejemplo de palanca física de 2ª Clase.

Anteriormente habíamos quedado que la Resistencia producía un momento positivo (que ahora se le suma el peso de la barra), que era equilibrado por el momento negativo de la fuerza motora.

Entonces quedamos con la siguiente ecuación:



$$F \cdot d = R \cdot r + mg \cdot v$$

Como se muestra en la imagen el peso ahora juega en contra de la fuerza

- Se tiene una piedra de 20kg(Q), que se encuentra a 20cm del punto de apoyo, si se usa una barra de 1m de largo, de 1kg de peso, como palanca de 2º grado, ¿Cuál debe ser el valor de la fuerza para equilibrar la balanza?

Datos:

$$F = ?$$

$$d = 1\text{m}$$

$$R = 200\text{N}$$

$$mg = 10\text{N}$$

$$v = 0.5\text{m.}$$

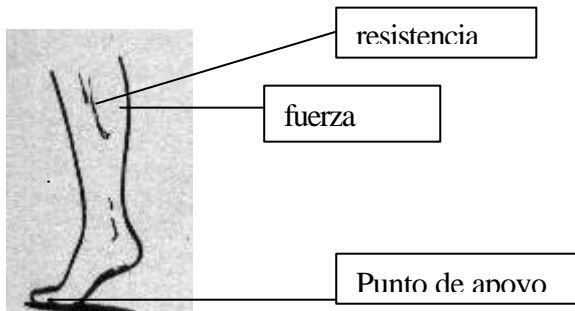
$$r = 0.2\text{m}$$

Desarrollo:

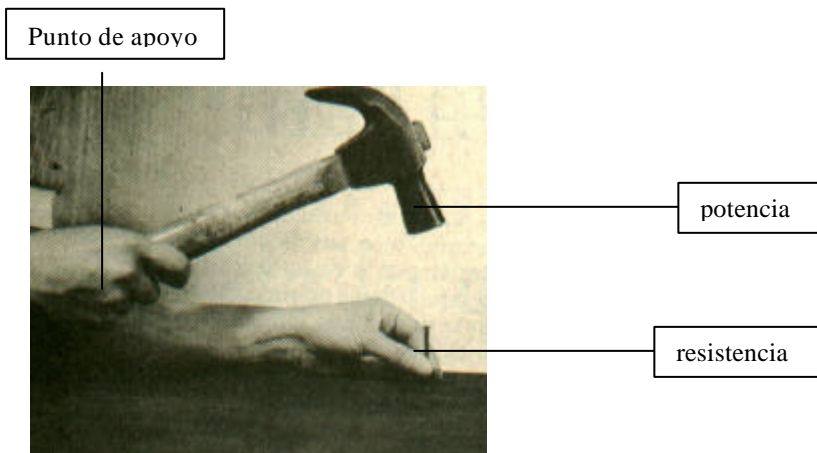
$$F * d = R * r + mg * v \rightarrow F = \frac{(R * r + mg * v)}{d}$$

$$\rightarrow F = \frac{(40 + 5)}{1} \rightarrow F = 45\text{ N.}$$

Ejemplo de palancas de 2ª clase



Cuando caminamos, nuestro pie se apoya en los dedos al caminar: La fuerza motora la hace el músculo de la pantorrilla y la resistencia es el peso del cuerpo.





Últimamente hemos visto la utilidad semanal de este instrumento, el “abridor de botellas”, al levantar el mango, se supera la fuerte resistencia de la tapa.



Finalmente, la carretilla, Al levantarla de las varas es posible levantar una pesada carga que se halla más cerca del punto de apoyo, la rueda.

POLEAS:

Para comenzar a hablar sobre la "polea" , debemos tomar en cuenta algunas situaciones cotidianas nuestras como por ejemplo, subir escaleras con 'cargas' (que puede ser un par libros, por ejemplo) no nos cause mucho esfuerzo, pero en el momento en que nos pidan subir un "piano", "un comedor" u otros objetos de mayor peso, se nos comienza a complicar un poco el panorama. Debido a esta razón y otras, el hombre debió desarrollar un mecanismo para poder facilitar esta tarea.

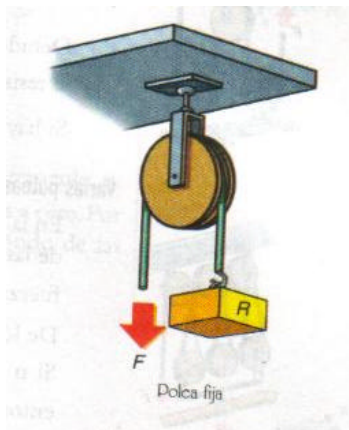
A continuación expondremos el funcionamiento y las ventajas mecánicas (ganancia de transmisión de fuerza) de cada una.

La polea es una 'máquina simple' que consiste en un disco que lleva en la periferia una canal por la que se hace pasar un cordón(cordel, pitilla, cadena). El eje se encuentra sostenido con una horqueta llamada armadura, mediante la cual se suspende la polea de un soporte fijo ; la máquina simple así constituida se denomina polea fija.

Esa misma polea fija se puede utilizar como polea móvil si de la armadura se cuelga un peso y entonces es el cordón el que se fija en el soporte.

Polea fija:

Ésta consiste en una rueda que puede girar alrededor de un eje fijo, que pasa por un centro, debido a que por ella pasa una cuerda, de la que en uno de sus extremos se cuelga el objeto, el que se puede subir tirando(jalando) la cuerda con la mano desde el otro extremo. Es acanalada en su periferia y por ella pasa una cuerda.



Al sostener el peso R debemos aplicar una fuerza F. Y para que la polea no rote la suma de los momentos de las fuerzas aplicadas debe ser cero, o sea:

$$F * r - R * r = 0 \text{ de donde } F = R$$

> lo cual indica que *la fuerza motriz es igual a la resistencia(en ausencia de roce, ya que con él la fuerza F es un poco mayor).*

Entonces se deduce que con el uso de una polea fija no se obtiene ahorro de fuerza, pero proporciona seguridad y comodidad al trabajar

con ella. Si vemos sus aplicaciones podemos encontrar mas beneficios: por ejemplo cuando se utiliza como roldana para subir el agua de un pozo, o un balde en un edificio en construcción, un ascensor. Con esto se concluye que la polea fija cambia únicamente la dirección de la fuerza.

También podemos afirmar que las *poleas fijas* se les puede considerar también, como una palanca de 1ª Clase de brazos iguales. La longitud. del brazo sería 'r'. Por lo tanto $F = R$, es decir, el peso del objeto es igual a la fuerza que debemos aplicar.

Ejemplo de polea fija:

- Se construye un ascensor a escala, el cual es sometido a una fuerza $F = 21.17 \text{ N}$, determine la masa de la carga expresada en Kg, y la Resistencia.

$$\begin{aligned} F &= 21.17 \text{ N} \\ M &= ? \\ R &= ? \end{aligned}$$

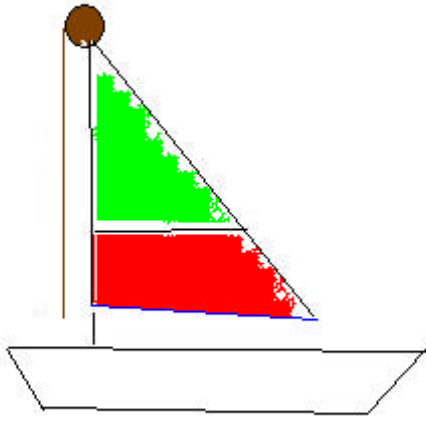
La fuerza debemos dividirla por 9.8, ya que la unidad Newton indica la aceleración en un segundo de un cuerpo de masa 'm'. Por lo que nos queda que la masa es igual a 2.16 Kg. Finalmente la Resistencia tiene un valor igual al de la fuerza, $R = 21.17 \text{ N}$

- En un pozo un señor sacó agua gracias a una polea fija que la gente del pueblo había comprado. El quiere medir la profundidad del pozo(hasta donde empieza el agua). ¿Cómo lo haría, sabiendo que la masa del balde con agua es de 5.18kg, y que aplicó una fuerza de 50.75N, y que el señor se desplazó 1370m.

Solución:

Debemos saber que la profundidad aproximada del pozo será igual al desplazamiento de la cuerda ejercida por la Fuerza F , ya que la polea fija no nos otorga una ventaja mecánica, sólo cambia de sentido la fuerza. Por lo que el señor, debería medir con una huincha desde la polea hasta donde llegó.

Es decir, la distancia que hay desde la polea hasta el inicio del lugar donde hay agua es de 1370m aproximadamente

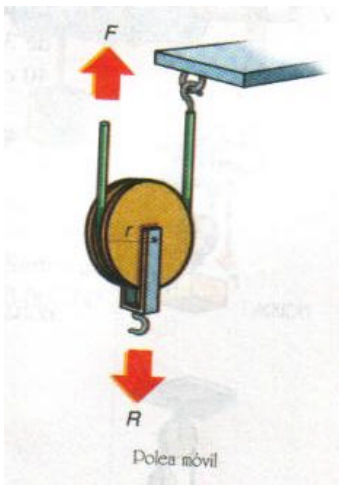


Ejemplo tecnológico:

Cuando en el yate, o en el barco, uno quiere izar la vela, tiene que usar una polea fija en el mástil, para así tener una mayor comodidad.

Polea móvil:

A diferencia de la polea fija la polea móvil se apoya sobre la cuerda y debido a eso multiplica la fuerza ejercida, por lo que vendría siendo una palanca de segunda clase. También tiene un movimiento de rotación (sobre su eje) y otro de traslación, este es debido a que está en la cuerda. El peso del objeto se descompone entre las dos ramas del cordel; luego la fuerza aplicada será sólo la mitad de la resistencia. (Esto en ausencia de roce)



Si se pone a trabajar una polea móvil veremos que la rotación se produce alrededor del punto O. Para que esté en equilibrio, la suma de los torques producidos por la fuerza motriz y la resistencia debe ser cero.

Esto corresponde a:

La resistencia que actúa con brazo 'r' y la fuerza 'F' con 2r.

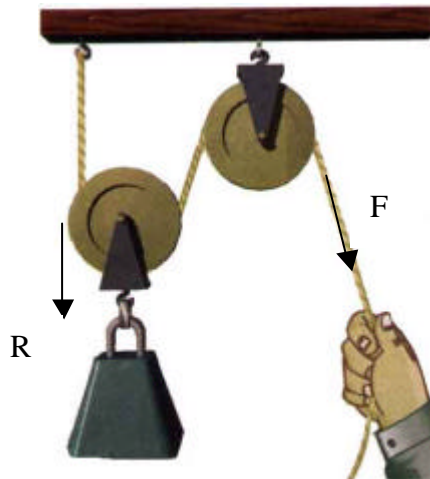
Luego:

$$F * 2r = R * r$$

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

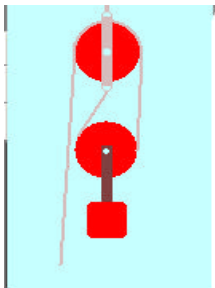
$$\text{Ó } -R * r + F * 2r = 0$$

En la polea móvil se produce equilibrio cuando la fuerza motora es igual a la mitad de la resistencia. Esto quiere decir que la polea móvil economiza el 50% de la fuerza (ventaja mecánica), pero es incómoda y peligrosa para trabajar; por este motivo se la usa combinada con una polea fija obteniéndose las ventajas de ambas; "economía de fuerza y mayor comodidad para trabajar"



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

En la práctica, para aumentar más la ventaja mecánica de la polea, suelen emplear grupos de estas, llamadas en general *aparejos*



Ejemplos de poleas móviles:

- Determine la fuerza aplicada sobre la cuerda, si la masa del objeto y la polea es de 6.78Kg, y si el desplazamiento de la carga fue de 205mm.

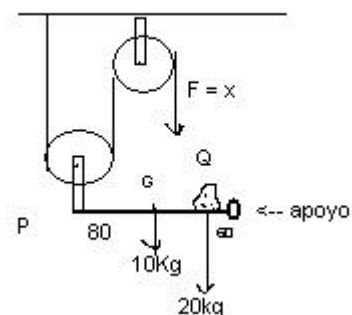
Solución:

Para obtener la fuerza motora, debemos hacer el siguiente cálculo:
 $F = R/2$.

El valor de R es la masa de la carga mas el de la polea por la gravedad, que en este caso es 9.8. por lo que $R = 66.44 \text{ Kg m/s}^2 \rightarrow 66.44\text{N}$

Reemplazamos en la fórmula y obtenemos que La fuerza debe tener valor 33.22 N, con esto también podemos ver la ventaja mecánica de este tipo de poleas, que es, "disminuir la fuerza a la mitad"

- Una carga de 20kg se coloca a 60cm de un extremo de un tablón que pesa 10kg y mide 1.6m. El otro extremo se sujeta por medio de una polea móvil de 3.25Kg que está unida a una fija. ¿Qué fuerza debe aplicarse en el extremo libre del cordel para mantener el equilibrio?



Desarrollo:

Como desconocemos el valor de la Resistencia(en este caso llamado P), debemos desarrollar primero la palanca física de 2ª clase, que está sujeta a la polea.

Por lo que anotamos los datos que tenemos:

$Q = 20\text{Kg} \rightarrow 200\text{N}$ Es la resistencia de la palanca

$r = 60\text{cm} \rightarrow 0.6\text{m}$ Brazo de la resistencia

$mg = 10\text{kg} \rightarrow 100\text{N}$ fuerza de la palanca hacia la tierra

$v = 0.8\text{m}$ la mitad de la palanca

$d = 1.6\text{m}$ brazo de la Fuerza motora (que la hace la polea móvil)

$P = ??$ Fuerza motora

De la siguiente fórmula:

$$P * d = mg * v + Q * r$$

Despejamos F con lo que queda

$$P = \frac{mg * v + Q * r}{d}$$

Resolvemos:

$$P = \frac{80 + 120}{1.6} = \frac{200}{1.6} = \mathbf{125\text{N}}$$

Esta fuerza 'P' sumada al peso de la polea móvil, vendría siendo la resistencia, por lo tanto:

$$P + 32.5\text{ N} = 157.5\text{N}$$

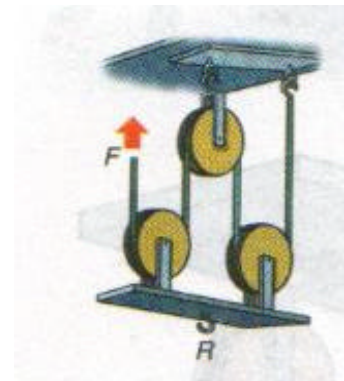
Y como la fórmula de las poleas móviles es $F = \frac{R}{2}$ nos queda

$$F = \frac{157.5}{2} = \mathbf{78.75\text{N}}$$

APAREJOS O GARRUCHAS:

En la figura vemos una combinación de dos poleas móviles y una fija. Es decir, las garruchas son conjuntos de poleas fijas y móviles que están combinadas entre sí y además fijadas por una "armadura".

De esta máquina simple podemos encontrar tres tipos que los explicaremos a continuación, Estas son:



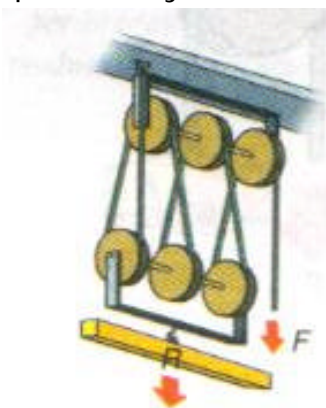
Garrucha ordinaria (o motón):

Se compone de dos armaduras con cierto número de poleas; Una de las armaduras permanece fija, que es la que tiene la o las poleas fijas, y la otra móvil, de la que cuelga el cuerpo que se va a levantar.

Su funcionamiento se debe a que el peso resistente 'R' (que está compuesto por el peso de la carga (objeto) más el de la armadura correspondiente) está sujeto por un número 'n' de trazos de cuerdas; luego cada una equilibra a la 'enésima' parte de R y como uno de los cordeles pasa por una polea fija, que no economiza fuerza (su ventaja mecánica es nula) , resulta la siguiente ecuación:

$$F = R/n$$

Es lógico deducir que entre mayor sea la cantidad de poleas, menor será la fuerza motora necesaria para lograr el equilibrio, este se produce cuando la fuerza motora es igual a la resistencia dividido por el número total de poleas. Lo dicho anteriormente es en el caso de que no hay roce.



En esta figura vemos que hay 6 poleas, por lo que Fuerza resultante para equilibrar esta garrucha será igual a:

$$F = \frac{R(\text{recordar que incluye el peso de la "armadura"})}{6}$$

Hay 6 cuerdas (igual número de poleas) cada una de las cuales realiza una fuerza igual a la sexta parte de la resistencia.

Ejemplos:

- Si en la figura de arriba, la fuerza F es de 68N, determinar cuánto pesa la resistencia.

Desarrollo:

Datos:

$$F = 68\text{N}$$

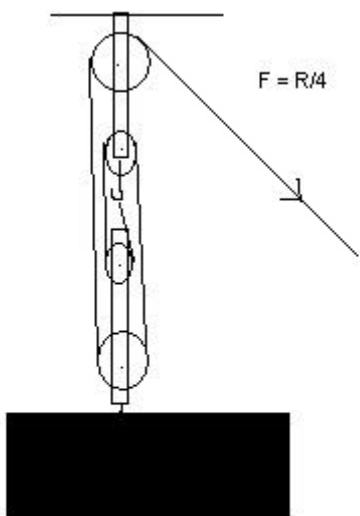
$$R = ?$$

$$\text{Número de poleas} = 6$$

Fácilmente se aplica la fórmula : $F = R/n$

Dónde si reemplazamos nos queda:

$$68 = R/6 \rightarrow \mathbf{408\text{N} = R}$$



- En un cementerio se intenta depositar un ataúd en el fondo del hoyo. Si la cadáver pesa 60Kg. El ataúd, al ser de madera fina pesa 24Kg. Y las poleas pesan 4 y 2 kg. Cada una, si la armadura pesa 7Kg, determine la Fuerza necesaria para lograr el equilibrio.

Desarrollo:

Datos:

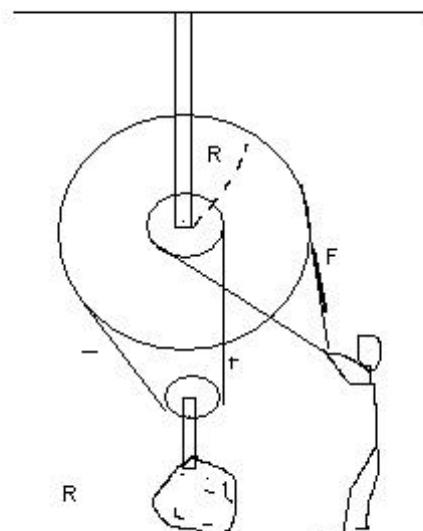
$$R = (60 + 24 + 4 + 2 + 7) * 9.8 = 950.6 \text{ N}$$

$$\text{Número de poleas} = 4$$

Realizando la misma operación anterior tenemos que $F = 950.6/4 \rightarrow \mathbf{F = 237.65\text{N}}$

Garrucha diferencial(Tecle):

Se compone de dos poleas fijas solidarias (comparten el mismo eje) de distinto radio unidas por una cadena sin fin a una polea móvil de la cual cuelga la carga que se quiere levantar R. El valor de R se descompone en do fuerzas iguales $R/2$; uno de los $R/2$ actúa con brazo de radio "r" produciendo momento positivo



$R/2 * r$, el otro $R/2$ actúa con brazo " r' " produciendo un momento negativo $R/2 * r'$. La fuerza motora F actúa con brazo r' produciendo momento positivo $F * R$.

El equilibrio se produce cuando la suma de los momentos positivos es igual a la suma de los motivos negativos, con esto se obtiene.

$$F * r' + \frac{R}{2} * r = \frac{R}{2} * r'$$

Luego para determinar el valor de la fuerza motora se llega a la siguiente ecuación:

$$F * r' = \frac{R}{2} * r' - \frac{R}{2} * r$$

$$F * r' = \frac{R (r' - r)}{2}$$

$$F = \frac{R (r' - r)}{2r'}$$

Con esta fórmula podemos ver que en la garrucha diferencial se obtiene equilibrio cuando la fuerza motora es igual a la resistencia (R) por la diferencia de los dos radios de las poleas fijas, y esto dividido por el diámetro de la polea fija mayor.

Ejemplo:

- Un teclé tiene sus radios de 4 m y 2m. Si se quiere levantar una piedra, como muestra la figura, de peso 62Kg, Determine la La fuerza necesaria para lograr el equilibrio si el peso de la polea móvil es de 5Kg.

Desarrollo:

Datos:

$$r' = 4m$$

$$r = 2m$$

$$R = 62kg \rightarrow 620N$$

$$p. \text{ polea} = 5Kg \rightarrow 50N$$

$$F = ?$$

De la fórmula obtenida anteriormente:

$$F = \frac{R (r' - r)}{2r'} \rightarrow \frac{670 * 2}{8} \rightarrow \frac{1340}{8} \rightarrow \mathbf{167.5N}$$

El peso de la polea se le suma a la carga, debido a que su masa no es despreciable e influye en el resultado

- Si en la figura anterior se desconoce el radio (r'), Cómo lo determinaría, sabiendo que r mide 0.23m, que la resistencia (con el peso de la polea incluido) es de 50N. Y la fuerza aplicada es de 12,5 N.

Desarrollo:

Primero que todo debemos anotar los datos entregados:

$$\begin{aligned} r' &= r^2 \\ r &= 0.23 \text{ m} \\ R &= 50\text{N} \\ F &= 12.5\text{N} \end{aligned}$$

Luego de esos de la ecuación: despejamos r'

$$F * r' + \frac{R}{2} * r = \frac{R}{2} * r'$$

$$r' * (R/2 * F) = R/2 * r$$

reemplazamos y nos queda:

$$r' * (625) = 5.75 \rightarrow r' = 0.0092\text{m}$$

Garrucha potencial (o polipasto) :

Finalmente el polipasto, es una combinación de poleas (como dijimos al principio), donde la primera polea móvil (de la imagen de arriba), comenzando desde abajo, economiza la fuerza necesaria para equilibrar la resistencia (R) a la mitad ($R/2$), La segunda polea móvil economiza la mitad de la polea anterior ($R/4$), la tercera polea móvil reduce esta cuarta parte a la octava, la mitad, ($R/8$). La función de la polea fija es facilitar el movimiento (sus ventajas nombradas al principio) y mantener el equilibrio.

Explicando operacionalmente su funcionamiento tenemos que:

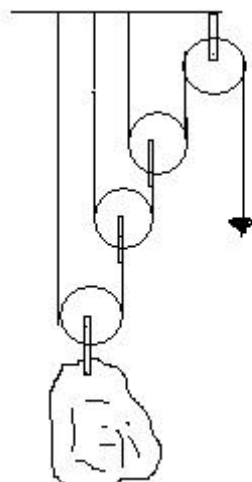
$$F = \frac{R}{8} = \frac{R}{2^3}$$

En general, para un aparejo con un número ' n ' de poleas móviles, la condición de equilibrio es:

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

La fuerza motora es igual a la resistencia dividida en 2 elevado al número de poleas.

El número n de poleas móviles aparece como exponente de 2, y las potencias de 2 figuran como divisores de la resistencia; de ahí que este sistema de poleas se llama aparejo potencial.



Ejemplos:

- Se unen tres poleas móviles a una fija la como lo indica la figura.
¿Qué fuerza debe aplicarse para sujetar una piedra de 568 kg, si cada polea con su armadura pesa 20kg?

Desarrollo:

Comenzaremos a hacerlo de abajo para arriba:

La resistencia en la polea móvil de más abajo es:

$$R = 568 + 20 = 588\text{Kg.}$$

Luego:

$$F_1 = 588/2 = 294\text{Kg}$$

La resistencia de la segunda polea móvil es:

$$R = 294 + 20 = 314\text{Kg} \rightarrow F_2 = 314/2 = 157\text{Kg}$$

La resistencia de la tercera polea móvil es:

$$R = 157 + 20 = 177\text{Kg} \rightarrow F_3 = 177/2 = 88.5\text{Kg}$$

Finalmente como la última polea es fija, no economiza fuerza, siendo $F_3 = F$, es decir, $F = 88.5\text{Kg}$.

- De la figura se pide la fuerza necesaria para levantar 150 kg. y el recorrido la fuerza P si el peso se desplaza 3m. Las poleas tienen masas despreciables en comparación con la carga.

Respuesta:

De la fórmula

$$P = \frac{Q}{2^n} = \frac{1471.5 \text{ N}}{2^2} = 367.875 \text{ N}$$

Sabemos que

$$W_p = W_Q$$

W_p = Trabajo de la fuerza P

W_Q = Trabajo de la fuerza Q

Por lo tanto

$$P * d_p = Q * d_Q$$

$$d_p = \frac{Q * d_Q}{P} = \frac{1471.5 \text{ N} * 3 \text{ m}}{367.875 \text{ N}} = 12 \text{ m}$$

