Esc. 4-107 "Ejército Argentino"
Física 3°1° - 3°2°

Profesor: Fernando Barrigón **Alumno:**

GUÍA N°5 MÁQUINAS SIMPLES **09/05/2022**

Actividad N° 1

Leer el texto adjunto y responder el cuestionario

a- Fuerza

- P 1 Si sometemos a un sólido que puede girar alrededor de un eje fijo, a la acción de varias fuerzas: ¿Qué podemos observar?

b- Momento de una fuerza

- P 2- Observando la figura 4-3 y 4-4 explique y defina el MOMENTO de una FUERZA con respecto a un punto.
- P 3- ¿Qué signo tendrá el momento de una fuerza? ¿Cuándo será positivo y cuando negativo?
- P 5- ¿En qué se miden los momentos? ¿Por qué?
- P 6- Analice la experiencia descripta en la figura 4-12, y responda:
  - ¿Cuál es el significado físico del concepto de momento?
- P 7- Si tenemos un cuerpo en equilibrio, y le aplicamos varias fuerzas, ¿Qué propiedad tienen sus momentos? (figura 4-13)

c- Máquinas simples

- P 8- ¿A qué llamamos MÁQUINAS SIMPLES?
- P 9- Describa: PALANCA, fig 4-14:
  - A- Condición de equilibrio, fig 4-15
  - B- Géneros, fig 4-16, 17 y 18
  - C- Elementos qué la componen, fig 4-19
  - D- Factor de multiplicación
  - E - Palanca pesada, fig 4-20
- P 10- ¿Qué son las poleas?
- P 11- Describa la POLEA FIJA, fig 4-21
  - A- Condición de equilibrio
  - B- Factor de multiplicación
- P 12- Describa la POLEA MÓVIL fig 4-22
  - A-Condición de equilibrio
  - B- Factor de multiplicación, fig 4-23
- P 13- Describa APAREJO POTENCIAL, 4-24
  - A- Factor de multiplicación
- P 14- Describa APAREJO FACTORIAL, fig 4-25 y 26
  - A- Factor de multiplicación
- P 15- Describa APAREJO DIFERENCIAL fig 4-27
  - A- Factor de multiplicación
- P 16- Describa TORNO, fig 4-28
  - A- Condición de equilibrio
  - B- Factor de multiplicación
- P 17- Plano inclinado (dictado en clase).
- P 18- Balanza: de precisión, sensibilidad de la balanza, exactitud. Partes que la componen. Métodos de pesadas.

Profesor: Fernando Barrigón

Esc. 4-107 "Ejército Argentino"
Física 3°1° - 3°2°

Actividad N° 2

Resuelva los ejercicios, siguiendo el esquema aplicado para los ejercicios de la Guía N°2
A modo de ejemplo se presenta el ejercicio 1 resuelto

Ejerc 1- Un cuerpo de 200 kgf se levanta mediante un aparejo potencial de 3 poleas móviles ¿Cuál es el valor de la potencia?

DATOS	PLANTEO	DESARROLLO
Resistencia (R) = 200 kgf N° de poleas (n) = 3 Potencia (P) = ?	P = R / 2n (2n es 2 elevado a la potencia n en este caso 3)	P = 200 kgf / 8 P = 25 kgf

- Ejerc 2- Un cuerpo es sostenido mediante un aparejo potencial de 5 poleas Si la potencia aplicada es de 60 kgf, ¿Cuál es el peso del cuerpo ?
- Ejerc 3- Mediante un aparejo factorial de 4 poleas móviles se equilibra un cuerpo de 500 kgf ¿Cuál es la potencia aplicada ?
- Ejerc 4- Mediante un torno cuyo radio es de 12 cm y su manivela de 60 cm, se levanta un balde qué pesa 3,5 kgf, cargado con 12 litros de agua, ¿Cuál es la potencia aplicada?
- Ejerc 5- En un aparejo potencial de 4 poleas móviles se aplica una fuerza de 4 kgf para mantener el sistema en equilibrio, Se desea saber cuál es el valor de la resistencia.
- Ejerc 6- En los extremos de una soga qué está sobre una polea fija se han colocado 2 cargas de 5 y 7 kg respectivamente, Si el radio de la polea es de 20 cm, ¿Cuál es el momento qué hace girar la polea?
- Ejerc 7- Calcular el momento de una fuerza de 125 kgf respecto de un punto cuya distancia a ella es de 37 cm.
- Ejerc 8- Se levanta un cuerpo con un torno de 20 cm de radio al cual se le aplica una fuerza de 40 kgf ¿Cuál será el peso del cuerpo si la manivela es de 80 cm?
- Ejerc 9- Calcular el valor de la potencia aplicada a una palanca cuyos brazos de potencia y resistencia son respectivamente 1,2 m y 30 cm, siendo la resistencia 80 kgf ¿De qué género es la palanca?

Actividad 3

Desarrollo de la Guía

Para alcanzar un óptimo desarrollo se sugiere seguir los siguientes pasos:

a- Leer el texto qué se adjunta en la guia, marcando las ideas principales, puede completar los conceptos con bibliografía de otras fuentes.
b- Después de leer y determinar las ideas principales, desarrolle las respuestas de cuestionario, lo más explícitas posibles contemplando las gráfica y / o figuras qué clarifiquen y enriquezcan los conceptos.
c- Habiendo completado el cuestionario, proceda a la resolución de los ejercicios guiándose por el ejemplo desarrollado y las respuestas de la guía.

4

MAQUINAS SIMPLES

SOLIDO QUE PUEDE GIRAR ALREDEDOR DE UN EJE FIJO SOMETIDO A LA ACCION DE VARIAS FUERZAS

Existen cuerpos sobre los cuales actúan simultáneamente dos o más fuerzas —paralelas o no— que tienden a hacerlo girar, con respecto a un punto de apoyo o alrededor de un eje.

Cuando ese cuerpo es una barra rígida que puede girar alrededor de un punto tendríamos el caso del sube y baja, un remo, etcétera (fig. 4-1).

Condición de equilibrio. Para que ese cuerpo logre el equilibrio, esas fuerzas deben estar dispuestas de tal modo que su resultante pase por el punto de apoyo (fig. 4-2).

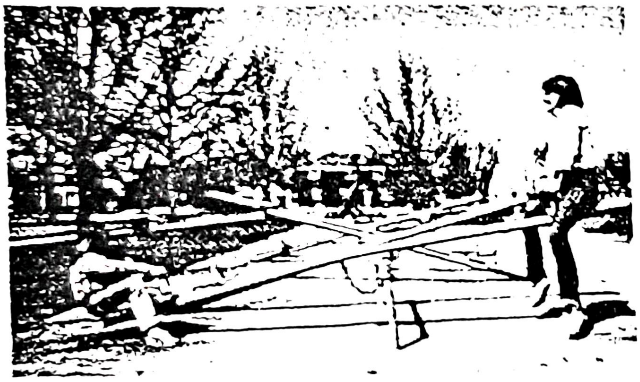


Fig. 4-1. *Cuerpo sometido a la acción de dos fuerzas.*

MOMENTO DE UNA FUERZA

Momento de una fuerza con respecto a un punto

Observemos la figura 4-3. Todos lo hemos experimentado personalmente. Al aplicar en A la fuerza para levantar una piedra, la intensidad resulta mayor que si se aplica en B. Del mismo modo, el operario que ajusta la tuerca con una llave inglesa aplica menor esfuerzo cuanto más cerca del extremo la toma (fig. 4-4).

Al levantar un coche con el gato, según la figura 4-5, la fuerza aplicada en la barra será menor cuanto más lejos del gato se aplique.

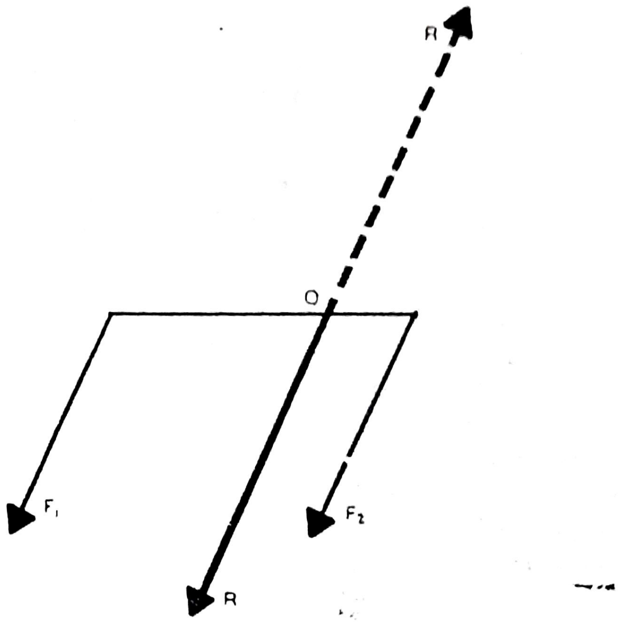


Fig. 4-2. *La resultante pasa por el punto de apoyo.*

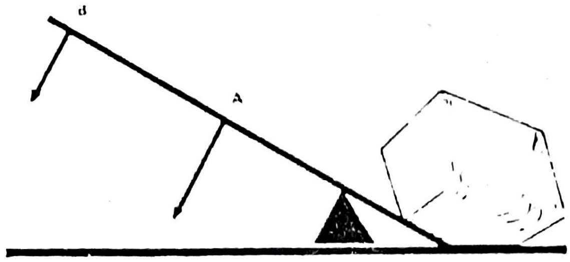


Fig. 4-3. *Relación entre la fuerza aplicada y el punto de giro.*

En los tres casos enunciados se cumple:

1º *A mayor distancia (d), menor fuerza* (F).

2º *A menor distancia (d), mayor fuerza* (F).

Si disponemos de una varilla de 8 cm de largo, de modo que pueda girar alrededor de un eje (punto fijo) como indica la figura 4-6, y en un extremo aplicamos una fuerza (peso) de 5 kg, comprobaremos que ésta se equilibra al colocar:

una fuerza de 10 kgf a los 4 cm de O.
una fuerza de 8 kgf a los 5 cm de O.
una fuerza de 40 kgf a 1 cm de O.

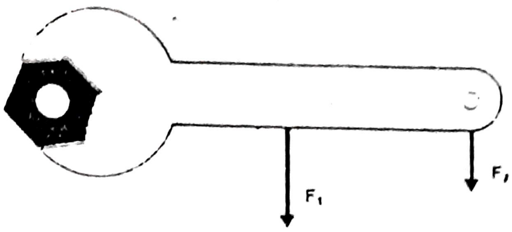


Fig. 4-4. *Fuerza y distancia. La fuerza F_2 es mayor que F_1 por estar aplicada más cerca del centro de giro.*

De todo lo expuesto deducimos que existe íntima relación entre la distancia a la cual se aplica la fuerza (respecto del punto de giro) y su intensidad, para obtener idéntico efecto

Brazo de la fuerza es la distancia* *del punto a la fuerza* o a su recta de acción.

Podemos dar ahora la definición del momento de una fuerza.

MOMENTO DE UNA FUERZA *es el producto de la fuerza por su brazo* (fig. 4-7)

(d) *brazo de la fuerza,* d ⊥ m *y pasa por* O.

Signo del momento de una fuerza

Si, como hemos deducido, el momento nos da idea de giro, deberemos establecer cuándo, por acción de la fuerza aplicada, el cuerpo tiende a girar en uno o en otro sentido.

---

* El segmento de perpendicular del punto a la fuerza o a su dirección.

Se ha convenido a tal efecto determinar un signo al momento. Así decimos:

a) **Momento positivo.**

El momento de una fuerza es positivo cuando ésta o el cuerpo al que está aplicada tiende a girar en sentido contrario al de las agujas del reloj, respecto del punto dado (fig. 4-8).

b) **Momento negativo.**

El momento de una fuerza es negativo cuando ésta o el cuerpo al que está aplicada tiende a girar en el mismo sentido que las agujas del reloj, respecto del punto dado (fig. 4-9).

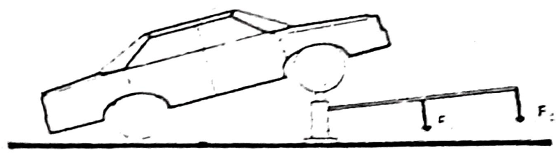


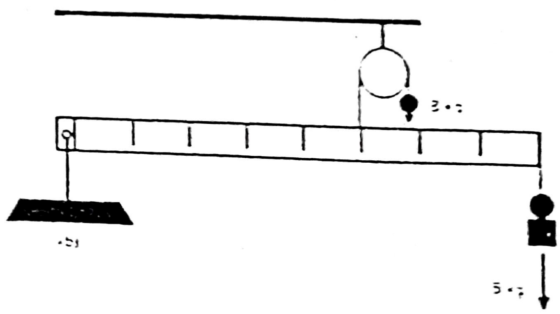
Fig. 4-5. *Fuerza y distancia. En este caso la fuerza más alejada resultará menor.*

Unidades del momento de una fuerza

Como la fuerza la medimos en kilogramos fuerza y la distancia en metros, será:

MF = F d = kgm (kilográmetros)

(MF: se lee momento de la fuerza F)



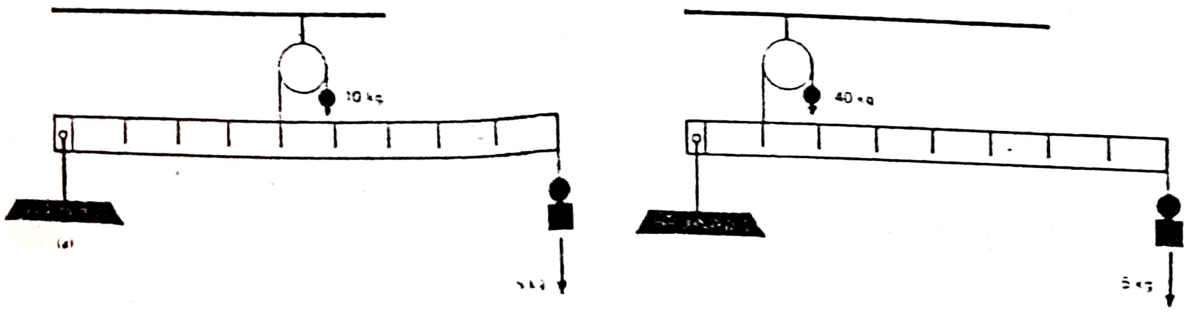


Fig. 4-6. *Comprobación experimental de la relación entre fuerza y distancia.*

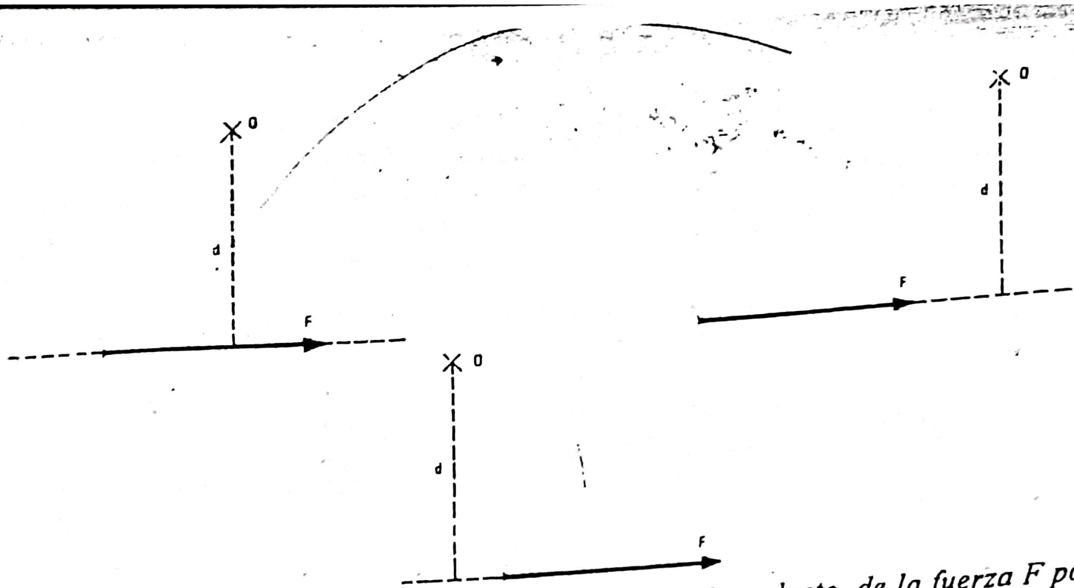


Fig. 4-7. *Momento de una fuerza respecto a un punto. Es el producto de la fuerza F por su brazo (d). El brazo d es perpendicular a la fuerza o a su dirección.*

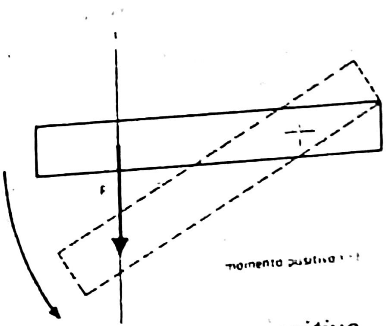


Fig. 4-8. *Momento positivo.*

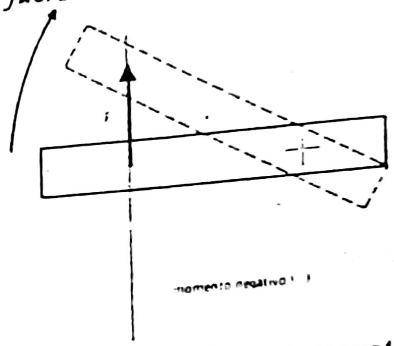


Fig. 4-9. *Momento negativo.*

Momento nulo

El momento de una fuerza es nulo cuando el punto respecto del cual se considera pertenece a su recta de acción (fig. 4-10) o cuando la intensidad de la fuerza es nula.

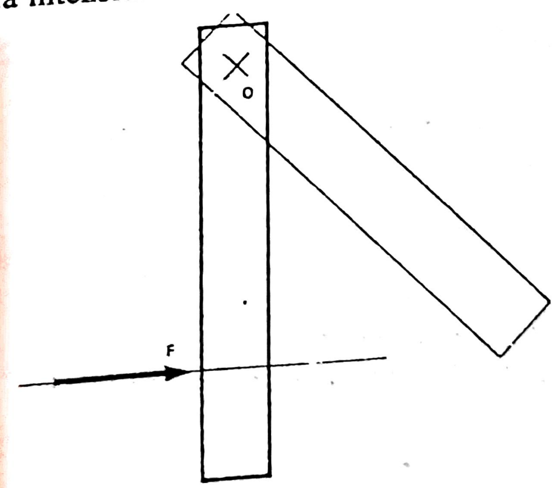


Fig. 4-11. *Significado físico del momento. Indica o da idea de rotación.*

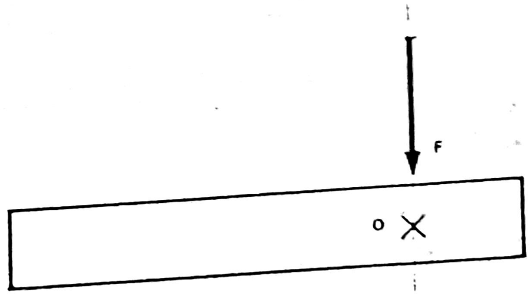


Fig. 4-10. *Momento nulo.*

Significado físico del concepto de momento

Según la definición de momento, debemos considerar, para ello, dos magnitudes: *fuerza* y *distancia*.

Si a un cuerpo cualquiera, fijo según un punto O (fig. 4-11), le aplicamos una fuerza F, es evidente que tiende a girar en determinado sentido.

Procedamos a aplicar la misma fuerza F

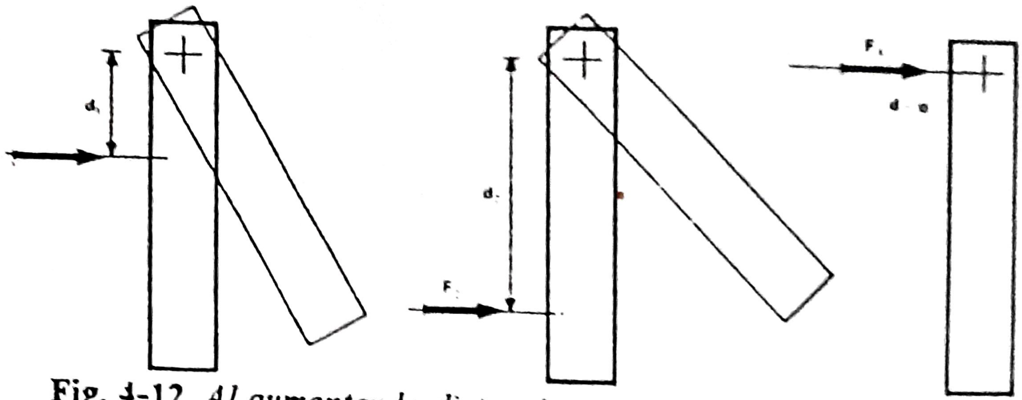


Fig. 4-12. *Al aumentar la distancia aumenta el desplazamiento.*

(fig. 4-12) a distintas distancias del punto O, y verificaremos que el desplazamiento aumenta o disminuye según que la distancia de la fuerza al punto O aumente o disminuya. Comprobamos así la relación existente entre la fuerza y la distancia, y a la vez la acción de giro que produce aquélla.

De lo expuesto resulta el siguiente significado físico del momento de una fuerza.

El momento de una fuerza da o indica idea de giro.

Consecuentemente, el momento de una fuerza nos da perfecta idea de *rotación*, de *giro*, de *desplazamiento* respecto de un punto.

El *valor absoluto del momento* resulta de multiplicar la fuerza por la distancia al punto, sin considerar el signo.

Propiedad de los momentos de varias fuerzas aplicadas a un cuerpo en equilibrio

Se demuestra matemáticamente que:

La suma algebraica de los momentos de las fuerzas de un sistema en equilibrio, con respecto a un punto es igual a cero (fig. 4-13).

Si el sistema de fuerzas F_1, F_2, F_3 y F_4 está en equilibrio, resulta:

$$MF_1 + MF_2 + MF_3 + MF_4 = 0$$

Esta expresión es simbólica, al reemplazar valores, deberemos asignar el signo positivo o negativo que corresponde a cada momento, con respecto al punto P elegido.

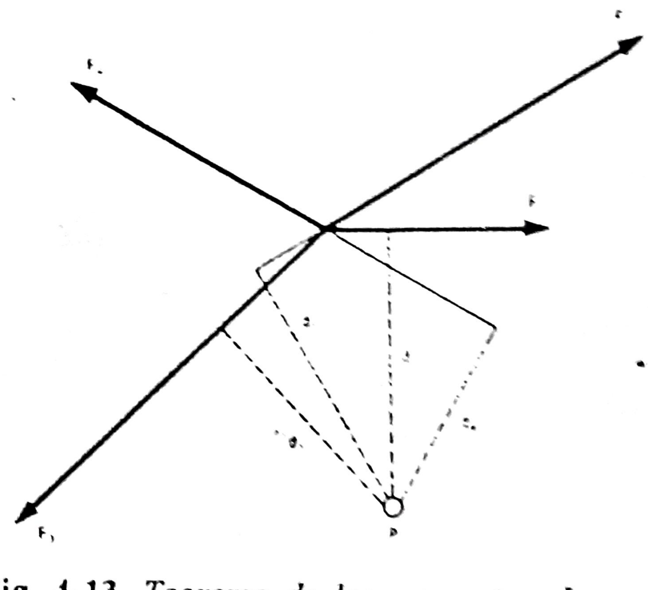


Fig. 4-13. *Teorema de los momentos. La suma algebraica de los momentos de la fuerza de un sistema en equilibrio es igual a cero.*

MAQUINAS SIMPLES

Llamamos máquinas simples a determinados mecanismos ideados por el hombre para facilitar la aplicación de fuerzas. Las máquinas simples son la palanca, el torno, poleas, plano inclinado. La balanza también es una máquina simple aunque no responde a los motivos antes expuestos.

PALANCA

Consiste en una barra rígida que puede girar alrededor de un punto llamado *punto de apoyo* (fig. 4-14).

Condición de equilibrio

Consideremos la palanca empleada para levantar el peso de la figura 4-14. Llamemos *resistencia* (Q) a la fuerza que ejerce el peso y *potencia* (P) a la fuerza aplicada en el otro extremo a fin de poder levantar el peso, y *punto de apoyo* (O) al punto sobre el cual gira la palanca.

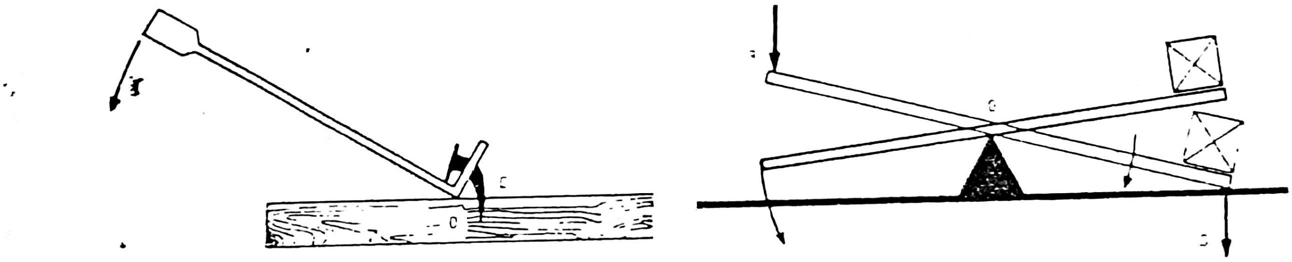


Fig. 4-14. *Palanca. P: Potencia. Q: Resistencia. O: Punto de apoyo.*

resistencia 12 m, para una potencia de 50 kgf tendríamos que:

$$Q = 50\ \text{kgf}\ \frac{3\ \text{m}}{12\ \text{m}} = 12{,}5\ \text{kgf}$$

La resistencia capaz de ser equilibrada es de 12,5 kgf. En este caso no se gana fuerza pero esta pérdida está equilibrada por ganancia en velocidad, es decir que en este segundo ejemplo el factor de multiplicación es 1/4 o sea que si bien la fuerza aplicada deberá ser 4 veces mayor que la resistencia, existe una compensación: mientras la potencia se desplace hacia abajo 10 cm, la resistencia se desplazará hacia arriba 40 cm.

Hemos ganado en velocidad.

Consecuencia:

De acuerdo con lo expuesto, resulta que si

$\frac{bp}{bq} > 1$ la palanca permite aumentar la fuerza aplicada

Si

$\frac{bp}{bq} < 1$ la palanca permite ganar en velocidad.

Palanca pesada

Llamamos así a la palanca material, considerando el peso G de la barra.

En este caso, aplicamos la relación matemática referente a la suma de los momentos, es decir:

El momento de la potencia, más el momento de la resistencia, más el momento del peso de la barra es igual a cero.

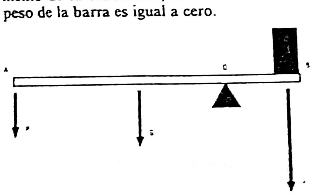


Fig. 4-20. *Palanca pesada.*

En símbolos:

$$MP + MQ + MG = 0$$

Si MP es positivo, MQ será negativo; el MG será positivo o negativo según dónde esté aplicado el punto de apoyo (fig. 4-20).

POLEAS

Polea (fig. 4-21) es un mecanismo que consta de un disco material (madera o metal) con su periferia acanalada por la cual puede adaptarse una soga o cadena que, al desplazarse, la hace girar alrededor de un eje que se encuentra en su centro.

Podemos distinguir dos tipos de poleas:

a) *polea fija;*
b) *polea móvil.*

Polea fija

Cuando el deslizamiento de la soga hace girar la polea sin que ésta se desplace, se llama fija. Tal es el caso tan conocido de las "roldanas".

Condición de equilibrio de la polea fija

Si analizamos la figura 4-21, vemos que, al aplicar la fuerza P, la polea gira alrededor del punto O y provoca la elevación del cuerpo Q. Ahora bien, todo sucede como si la polea fuera una palanca AOB. Según lo ya estudiado, esa palanca AOB estará en equilibrio si el momento de la potencia es igual al momento de la resistencia respecto del apoyo O.

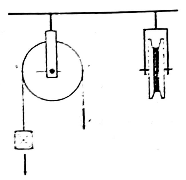


Fig. 4-21. *Polea fija. P: potencia; Q: resistencia; O: punto de apoyo (eje); r: radio de la polea (brazos).*

En símbolos:

$$MP = MQ$$

pero $MP = P\ AO$

y $MQ = Q\ BO$

luego

$$P\ AO = Q\ BO \qquad (1)$$

y, como

$$AO = BO$$

simplificando en (1), queda:

$$P = Q$$

que representa la condición de equilibrio de la polea fija.

Luego:

Una polea fija está en equilibrio cuando la potencia es igual a la resistencia.

Conclusión: No hay ahorro de fuerza pero sí comodidad en la operación.

Factor de multiplicación

Siendo

$$P\ AO = Q\ BO$$

es

$$Q = P\ \frac{AO}{BO}$$

$$AO = BO = r$$

el factor de multiplicación es

$$\frac{AO}{BO} = \frac{r}{r} = 1$$

luego con la polea fija no se gana fuerza ni velocidad.

Polea móvil

La polea es móvil si al deslizarse la soga o cadena se produce simultáneamente el desplazamiento de la polea. Se podría también decir:

Polea móvil es aquella que al girar provoca el desplazamiento de su eje de giro.

Condición de equilibrio en la polea móvil

Remitiéndonos a la figura 4-22 observamos que, al aplicar la fuerza P, la polea se desplaza "apoyándose" en el punto A (cada punto de la soga sirve de apoyo para el desplazamiento), por lo cual estamos en presencia de la palanca AOB, cuyo punto de apoyo es A. La resistencia Q está aplicada en O, y la potencia P, en B.

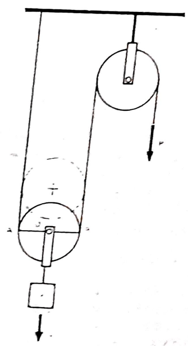


Fig. 4-22.

Resulta así que, en equilibrio, se cumple:

$$MP = MQ$$
(respecto del punto A)

pero $MP = P\ AB$

y $MQ = Q\ OA$

luego $P\ AB = Q\ OA$

pero $AB = 2r$

y $OA = r;$

luego $P\ 2r = Q\ r$

simplificando r, da:

$$2P = Q$$

despejando P es:

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

expresión que nos da la condición de equilibrio* y que enunciamos así:

Una polea móvil está en equilibrio cuando la potencia es igual a la mitad de la resistencia.

Factor de multiplicación

Si

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

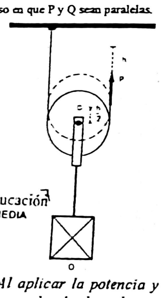
es $$Q = 2\ P$$

El factor de multiplicación es 2. Por lo tanto siempre se gana fuerza en detrimento de la velocidad.

Es decir: con la polea móvil se gana fuerza y comodidad. Observa (fig. 4-23) cómo, al desplazar la potencia una distancia h, la polea se desplaza $\frac{h}{2}$ es decir que habrá que aplicar el doble de veces la fuerza P que en el caso de la polea fija (menos fuerza, pero más veces).

Hemos hecho caso omiso del peso propio de la polea. Para los casos en que ese peso fuera apreciable, debe sumarse a la resistencia.

* Para el caso en que P y Q sean paralelas.



de Cultura y Educación
DE ENSEÑANZA MEDIA
CUELA N 4-107
CITO ARGENTINO
UYAN - MENDOZA

Fig. 4-23. *Al aplicar la potencia y desplazar la cuerda en un valor h, la polea se desplaza la mitad.*

APAREJOS POTENCIAL Y FACTORIAL

Se conocen como aparejos las combinaciones entre poleas fijas y móviles.

Según la disposición que adopten aquéllas, tendremos:

a) *Aparejo potencial.*
b) *Aparejo factorial.*

Aparejo potencial

Es el conjunto de dos o más poleas móviles y una fija, dispuestas como indica la figura 4-24.

Un aparejo potencial está en equilibrio cuando la potencia es igual a la resistencia dividida por dos elevado al número de poleas móviles.

o sea

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

(n: número de poleas móviles)

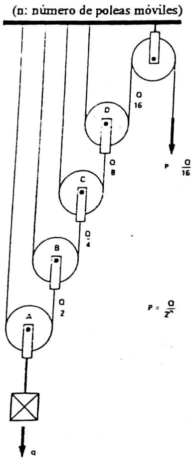


Fig. 4-24. *Aparejo potencial.*

En este caso, también consideramos despreciable el peso de las poleas.

En efecto:

En A la potencia es

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

En B la potencia es

$$P_B = \frac{\frac{Q}{2}}{2} \quad \text{es decir:} \quad P_B = \frac{Q}{4}$$

o sea

$$P_B = \frac{Q}{2^2}$$

En C la potencia es

$$P_C = \frac{\frac{Q}{4}}{2} \quad \text{luego:} \quad P_C = \frac{Q}{8}$$

o sea

$$P_C = \frac{Q}{2^3}$$

En D la potencia es

$$P_D = \frac{\frac{Q}{8}}{2} \quad \text{luego:} \quad P_D = \frac{Q}{16}$$

o sea

$$P_D = \frac{Q}{2^4}$$

y, en general,

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

Vemos entonces que el valor de la potencia varía según las potencias sucesivas de dos (2^1, 2^2, 2^3, . . . 2^n), por lo cual el sistema recibe el nombre de aparejo potencial.

Factor de multiplicación

Si

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

es $$Q = 2^n\ P$$

El factor de multiplicación es 2^n, por lo cual siempre se gana fuerza (es mayor que uno) o sea el aparejo potencial disminuye la fuerza por aplicar. Pero, como al recorrido h de la potencia corresponde la mitad por cada polea móvil, ocurre que será mayor el número de veces que tendremos que aplicar esa fuerza.

Aparejo factorial

Es el sistema formado por dos o más poleas móviles reunidas en una sola armadura y un número igual de poleas fijas también en una sola armadura (fig. 4-25).

La resistencia pende de la última polea móvil.

Como podrá observarse, la soga sujeta a la armadura de las poleas fijas, pasa por la garganta de la primera móvil y de allí a la primera de las fijas y así sucesivamente, hasta pasar por la fija más exterior, quedando su extremo libre para poder aplicar la potencia.

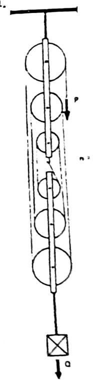


Fig. 4-25. *Aparejo factorial. De 3 poleas móviles.*

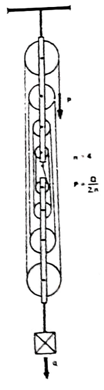


Fig. 4-26. *Aparejo factorial. En este caso hay 4 poleas móviles.*

Observa que los diámetros de las poleas [au]mentan a medida que son más extremas. De [este] modo se logra que la soga adopte po[sici]ones paralelas (que son las más ventajo[sa]s).

En la figura 4-26 existen 3 y 4 poleas [mó]viles, por lo cual la resistencia está equili[br]ada "o sostenida" por 6 (2 × 3) y 8 (2 × 4) [cue]rdas entre las cuales se reparte el valor de [la] [ca]rilla. Por eso, según los ejemplos dados, la [po]tencia resulta la cuarta, la sexta o la octava [pa]rte de la resistencia.

En consecuencia

El aparejo factorial está en equilibrio [cu]ando la potencia es igual a la resistencia [div]idida por el duplo de poleas móviles.

En símbolos

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

(n: número de poleas móviles)

[F]actor de multiplicación

Si

$$P = \frac{Q}{2n} \quad \text{es} \quad Q = P \cdot 2n$$

[si]endo 2n el factor de multiplicación.

Como ese factor es mayor que 1, en el [a]parejo factorial se gana fuerza.

[A]parejo diferencial

Consta de dos poleas fijas sólidamente [u]nidas (formando una sola pieza) y una mó[v]il. Las dos fijas son de distintos radios (fig. 4-27).

En el aparejo diferencial, la potencia es [i]gual al producto de la resistencia por la di[f]erencia de los radios de las poleas fijas, di[v]idido por el doble del radio de la mayor de ellas.

$$P = \frac{Q\,(R - r)}{2R}$$

Fig. 4-27. *Aparejo diferencial.*

Deducción de la fórmula

Según lo ya repetido, en el equilibrio debe cumplirse:

La suma algebraica de los momentos es igual a cero.

Las fuerzas actuantes son:

Q_2 respecto del punto O (distancia R)
Q_1 respecto del punto O (distancia r)
P respecto del punto O (distancia R)

Es decir

si

$$MQ_2 + MQ_1 + MP = 0$$

(MQ_2 y MQ_1 son de distinto sentido)

es

$$-Q_2R + Q_1r + PR = 0$$

$$PR = Q_2R - Q_1r$$

y

$$P = \frac{Q_2R - Q_1r}{R}$$

Pero

$$Q_1 = Q_2 = \frac{Q}{2}$$

luego

$$P = \frac{\frac{Q}{2}R - \frac{Q}{2}r}{R}$$

y, factoreando el numerador, queda:

$$P = \frac{\frac{Q}{2}(R - r)}{R}$$

o sea

$$P = \frac{Q\,(R - r)}{2R}$$

que es la expresión indicada más arriba.

Discusión de la fórmula

Cuando R - *r* tiende a un valor cero (es decir, cuando *r* es lo más próximo en longitud a R), el cociente (R-*r*)/2R tiende también a un valor cero y por tanto la potencia P hace mínimo su valor, pero, al igual que en el caso del aparejo potencial, es mayor el número de veces que hay que aplicar a la potencia, ya que el cuerpo se desplaza más lentamente (el aparejo da menos vueltas y el cuerpo sube menos).

Si llegáramos a igualar los radios (*R* = *r*) el valor de la potencia P se hace cero, pero, obviamente, el cuerpo no sube.

Factor de multiplicación

Si

$$P = \frac{Q\,(R - r)}{2R}$$

resulta

$$Q = P\,\frac{2R}{R - r}$$

donde

$$\frac{2R}{R - r}$$

es el factor de multiplicación.

evaluación

Define

Palanca.

Polea fija y polea móvil.

Has comprendido

Determina cinco casos donde se verifica la aplicación de palancas.

Cita para el cuerpo humano dos casos de palanca.

Indica dos ejemplos de aplicación de poleas.

Clasifica en palancas de 1º, 2º o 3er género los siguientes mecanismos:

Carretilla	Llave cruz
Picaporte	Tijera común
Remo de un bote	Pinza para hielo
Sube y baja	Caña de pescar
Tirabuzón	Destapador de botellas
Pulseada	Cascanueces
Escoba de barrer	Levantar el brazo extendido

¿Qué tipo de palanca se aplica al levantar un cuerpo:

1) flexionando el antebrazo?,
2) cuando trabajas con el brazo rígido girando alrededor del hombro?

Analiza

¿Cuándo una palanca está en equilibrio? Escribe la fórmula que interpreta esa definición.

Indica cuál de las siguientes expresiones es la correcta:

En una palanca logramos que la potencia sea menor que la resistencia si:

a) acorto el brazo de potencia.
b) acorto el brazo de la resistencia.
c) alargo el brazo de potencia.
d) alargo el brazo de la resistencia.

Si en una palanca en equilibrio procedemos a alargar el brazo de resistencia, ¿qué tendremos que hacer con la intensidad de la potencia para que siga en equilibrio el sistema?

¿En qué principio se basa el equilibrio de las poleas?

Completa las siguientes expresiones:

Polea fija: P= ; Polea móvil: P=

A partir de la fórmula de equilibrio de la palanca, ¿en qué tipo de polea se ahorra fuerza?

De acuerdo con la expresión: P bp = Q bq, responde ¿para qué género de palanca

a) siempre la potencia es menor que la resistencia?

b) siempre la potencia es mayor que la resistencia?

c) puede la potencia ser mayor o menor que la resistencia? (Para responder cada pregunta analiza bien los brazos de potencia y de resistencia en cada género de palanca.)

TORNO

Muchas veces el alumno habrá observado en lugares de trabajo (construcción de edificios, etc.) el dispositivo o esquema trazado en la figura 4-28, que se llama torno.

Consta de un cilindro en el cual se arrolla una soga o cadena de la que está suspendido el cuerpo que se levanta o baja. Dicho cilindro puede girar alrededor de un eje, al cual está aplicada una manivela. Una fuerza P (potencia) en el extremo de la manivela permite lograr el efecto deseado (subir o bajar el cuerpo).

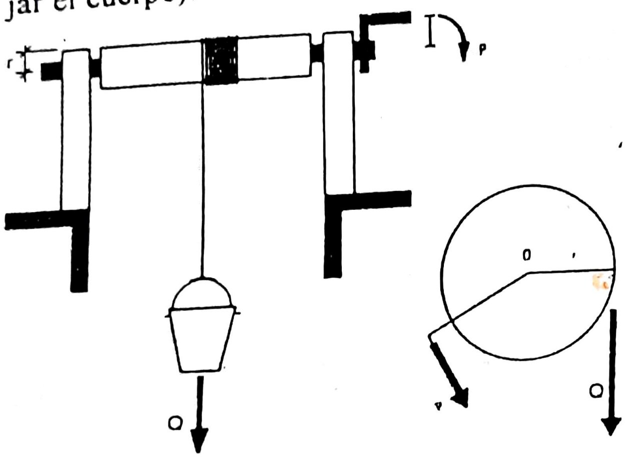


Fig. 4-28. *Torno. l: longitud de la manivela; r: radio del cilindro; P: potencia; Q: resistencia; O: punto de apoyo (eje).*

Condición de equilibrio en el torno

El cuerpo suspendido de la soga es la resistencia Q; la fuerza aplicada en la manivela es la potencia P; el eje del cilindro es el punto respecto del cual gira el cilindro, por lo que constituye el punto de apoyo; el radio (r) del cilindro y la longitud (l) de la manivela son respectivamente los brazos de resistencia y potencia.

En equilibrio, se cumple:

$$MP = MQ \text{ (respecto del eje)}$$

$$\therefore \quad P\ l = Q\ r \qquad (1)$$

luego:

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

El torno está en equilibrio cuando la potencia es igual al producto de la resistencia por el radio del cilindro, dividido por la longitud de la manivela.

Factor de multiplicación

De la expresión (1) surge que

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

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

$\frac{l}{r}$ es el factor de multiplicación.

Si $\frac{l}{r} > 1$ se gana en fuerza.

Si $\frac{l}{r} < 1$ se gana en velocidad.

BALANZA

La balanza es un mecanismo destinado a establecer el peso de los cuerpos, por comparación con otros —las pesas— cuyo valor es conocido.

Balanza de precisión

La balanza de precisión es una palanca de primer género de brazos iguales*, que constituye la cruz de la balanza.

La cruz se apoya en un soporte por medio de la cuchilla, prisma triangular de acero o ágata apoyado sobre una de sus aristas. De este modo se logran reducir al mínimo los rozamientos durante la oscilación de la cruz (fig. 4-29).

---

* En la construcción de las balanzas de precisión se aplica la mejor técnica, a fin de lograr la igualdad de ambos brazos, lo cual es físicamente imposible.

Las más modernas son las analíticas. Pesan por sustitución en un solo brazo de palanca. El valor obtenido se lee directamente sobre una escala, al décimo de miligramos.

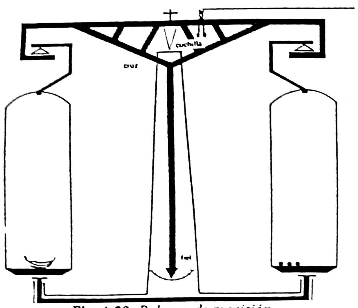


Fig. 4-29. *Balanza de precisión.*

De los extremos de la cruz penden los platillos también por medio de cuchillas similares, procurando que ambos posean igual forma y peso. Haciendo juego con la cruz, hay una aguja larga, el fiel, que indica, sobre una escala fija en el soporte, la posición o desviación de la cruz.

Por medio de un nivel de burbuja o plomada convenientemente dispuesto, se logra conocer el perfecto equilibrio de toda la balanza.

Mientras no se usa, la balanza está frenada. Por medio de una palanquita especial se libera la cruz y comienza a oscilar.

Sensibilidad. Supongamos colocar en dos balanzas un peso de un miligramo. Las desviaciones que se producirán en ellas son distintas.

Es decir, la cruz de una se desplazará un ángulo mayor que la de la otra.

Por tanto, la primera es más sensible que la segunda. Decimos entonces:

La sensibilidad de una balanza es mayor, cuanto mayor es el ángulo de desviación (fig. 4-30) *provocado por una sobrecarga de un miligramo colocada sobre un platillo de la balanza, en equilibrio.*

El valor de la sensibilidad está dado por la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{P\,l}{a\,g}$$

P: valor de la sobrecarga;
l: longitud del brazo de la cruz;
a: distancia del centro de gravedad al centro de suspensión;
g: peso de la cruz.

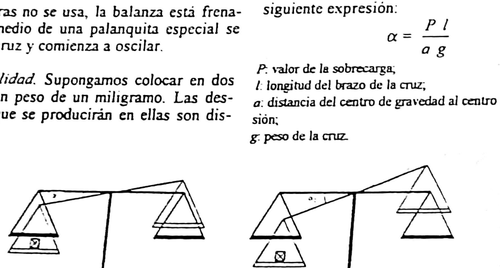


Fig. 4-30. *Sensibilidad de la balanza.*

Cuanto mayores son los brazos de la cruz, más sensible es la balanza, pero a su vez el peso de ella aumenta; además, se tarda más tiempo en lograr su posición de equilibrio. Se trata entonces de encontrar un valor intermedio entre la longitud y el peso de la cruz.

Exactitud. La exactitud de la balanza está dada por la mayor igualdad lograda entre los brazos de la cruz y el peso de los platillos.

Con las balanzas de precisión se llegan a determinar pesadas con aproximación de una décima de miligramo; y en las que llamaríamos balanzas excelentes, hasta la centésima de miligramo.

Para ello se hace uso de unas pesas adicionales llamadas jinetillos pues se colocan sobre uno de los brazos de la cruz. En él se han marcado 10 divisiones que indican los décimos de miligramos (fig. 4-31).

Para realizar la pesada se cuenta el número de gramos representado por las pesas empleadas y se suman los décimos de gramo que correspondan al lugar donde está el jinetillo.

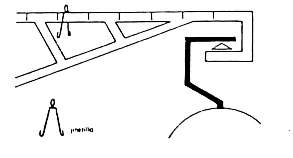


Fig. 4-31. *Exactitud. El uso del jinetillo permite efectuar la pesada con mayor exactitud.*

Métodos de pesadas de Gauss y de Borda

Método de Gauss de doble pesada. Consiste en pesar el cuerpo dos veces. Primero en un platillo y luego en el otro para contrarrestar la posible diferencia en los brazos de la cruz. Una vez obtenido el valor de ambas pesadas, se calcula el valor promedio, o sea:

$$P = \frac{P' + P''}{2}$$

siendo

P' y P'' : pesadas en cada platillo;
P : peso promedio.

P' y P'' son distintos, pues, de lo contrario, la balanza sería *completamente exacta.*

En realidad el cálculo es el siguiente:

1º El cuerpo está en el platillo A.

Las pesas (P) están en el platillo B (fig. 4-32 a).

Según el equilibrio de la palanca, se cumple por el teorema de los momentos:

$$MP = MC$$

o sea

$$P\ L' = C\ L \qquad (1)$$

2º El cuerpo ahora está en el platillo B y las pesas (P') están en el platillo A (fig. 4-32b), por lo que se cumplirá, en el equilibrio

$$P'\ L = L'\ C \qquad (2)$$

multiplicamos m.a m. (1) y (2) y es:

$$P\ L'\ P'\ L = CL\ L'C$$

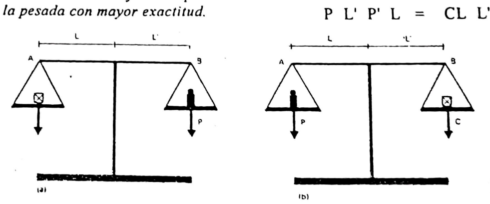


Fig. 4-32. *Pesada por método de Gauss.*

expresión que, simplificada, da:

$$P\ P' = C^2$$

luego

$$C = \sqrt{P'\ P}$$

pero para pequeñas diferencias entre P' y P se admite la fórmula dada anteriormente.

$$C = \frac{P + P'}{2}$$

Método de Borda. Consiste este método en lograr el equilibrio del cuerpo cuyo peso se desea conocer, con una tara determinada (municiones u otros cuerpos).

Colocado el cuerpo en cuestión en un platillo, se busca, mediante esa tara, el equilibrio de la balanza. Una vez conseguido se reemplaza el cuerpo con pesas, hasta lograr la posición de equilibrio en el mismo punto (según marca el fiel) que en el caso anterior.

Balanza analítica electrónica

En la actualidad este tipo de balanzas ha sido sustituido en los laboratorios en gran porcentaje por las balanzas electrónicas.

En las mismas, la pesada se lee directamente en un visor y con una aproximación al miligramo.

Resulta evidente el beneficio de las mismas por la rapidez en el trabajo (cálculos innecesarios) y por la calidad de la pesada acorde con la aproximación que ofrece.

Si frente a una de esas balanzas acercas tu mano y la mueves de arriba a abajo, podrás leer el valor de la fuerza que hace el aire desplazado por tu mano sobre el platillo.

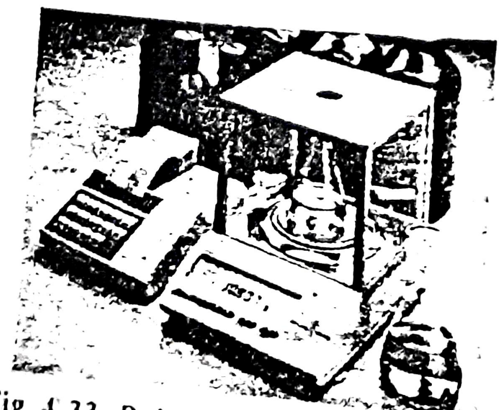


Fig. 4-33. *Balanza analítica electrónica.*

ENGRANAJES

Mecanismo que consta de dos ruedas dentadas de distinto radio y por ende de distinto número de dientes.

Sirven para multiplicar o reducir las fuerzas aplicadas. Por lo cual puede compararse con una palanca.

Se emplean en criques para levantar automóviles, en mecanismos de relojería, de bicicletas, en el embrague y caja de velocidades de automóviles, entre muchas otras aplicaciones.

En un sistema de engranajes se cumple:

$$\frac{P}{Q} = \frac{n_2}{n_1} \qquad \text{(fig. 4-34)}$$

la cual nos dice: la potencia es a la resistencia como el número de dientes donde se aplica ésta es al número de dientes donde está aplicada la potencia.

De aquella expresión surge que:

$$P\, n_1 = Q\, n_2 \qquad (1)$$

y nos expresa que:

En un sistema de dos engranajes el producto de la potencia por el número de dientes de la rueda en que ella se aplica, es igual al producto de la resistencia por el número de dientes de la rueda donde está aplicada la misma.

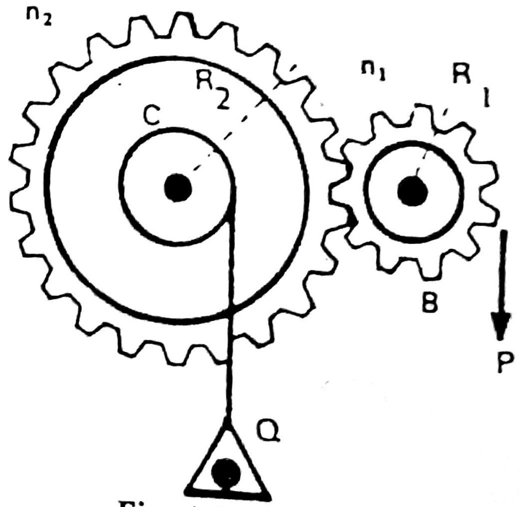


Fig. 4-34. *Engranajes.*

Discusión de la condición óptima de un sistema de engranajes

De la expresión (1) resulta

$$P = Q\,\frac{n_2}{n_1}$$

analicemos a partir de la misma la relación n_1/n_2.

1) Si $n_1=n_2$ el cociente $n_1/n_2 = 1$

Es decir que cuando el número de dientes es igual en ambas ruedas no hay beneficio.

2) Si $n_2>n_1$ (la rueda de la resistencia tiene mayor

MATERIAL PARA LA PREGUNTA 17

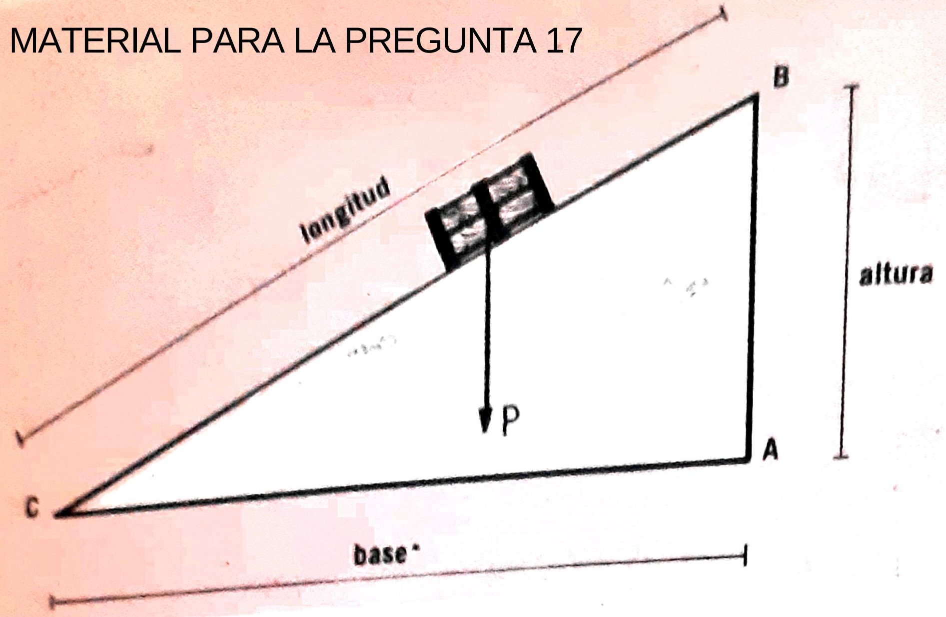


Fig. 47. — PLANO INCLINADO.
Representación esquemática.

man las direcciones dadas para la descomposición, resultan mayores las componentes.

Plano inclinado

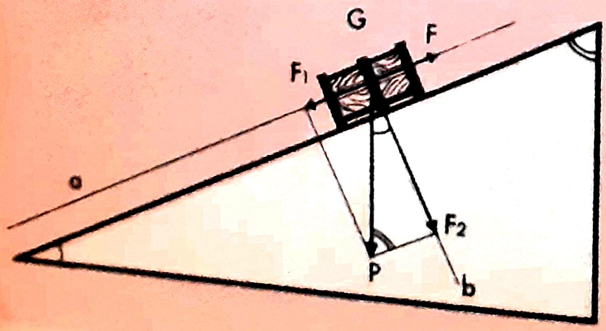
Consideramos como plano inclinado un tobogán, la rampa de ascenso a un garage, la planchada empleada para subir a un barco, etc.

Descomposición de fuerzas en el plano inclinado

Esquemáticamente representamos un plano inclinado por medio de un triángulo rectángulo en el cual un cateto es la base del plano inclinado, el otro cateto la altura, y la hipotenusa, el plano inclinado, en sí (fig. 47).

Si consideramos la descarga de un bulto por un plano inclinado, observamos que aquél se desliza por la acción de una fuerza F, cuyo origen explicaremos.

Fig. 48. — PLANO INCLINADO.
Descomposición de la fuerza P.



A primera vista, la única fuerza actuante es la del peso del bulto (fig. 47). Veamos qué ocurre. En el punto G (fig. 48) está aplicada la fuerza P, peso del cuerpo (con dirección y sentido hacia el centro de la Tierra). Por el punto G trazamos la paralela al plano inclinado y una perpendicular a dicho plano (rectas *a* y *b*). Por el extremo de P trazamos las paralelas a las rectas *a* y *b*; de este modo determinamos los puntos T y V.

¿Qué hemos logrado? Descomponer, según lo explicado más arriba, la fuerza P en otras dos: F_1 y F_2. Consecuentemente, la acción de la fuerza P ha quedado transformada en F_1 y F_2 o reemplazada por ellas.

De acuerdo con lo estudiado al tratar de acción y reacción, la fuerza F_2 queda anulada por la reacción del plano (si no reaccionara, el plano se hundiría).

Entonces, ¿cuál es la única fuerza que actúa en G? Lo es la fuerza F_1, merced a la cual el bulto se desliza en el sentido y dirección de esa fuerza.

Equilibrio en el plano inclinado

Para conocer la condición de equilibrio en el plano inclinado, razonamos así:

MATERIAL PARA LA PREGUNTA 17

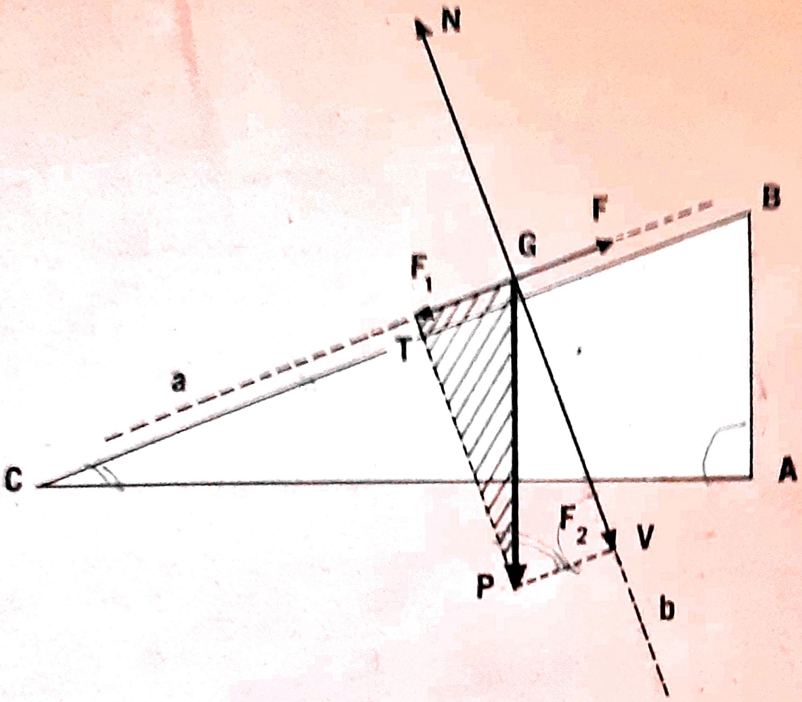


Fig. 49. — PLANO INCLINADO. Cálculo de la fuerza F.

Descomponemos la fuerza P (peso del cuerpo) como se explicó más arriba.

Y resultan $\vec{F_1}$ y $\vec{F_2}$ (fig. 49).

Según lo ya enunciado la acción de la fuerza F_2 es anulada por la reacción del plano inclinado.

Resulta, entonces, que en el punto G actúa sobre el cuerpo solamente la fuerza F_1. Esta fuerza F_1 hace deslizar al cuerpo por el plano. Si aplicamos una fuerza F de igual intensidad y sentido contrario a la F_1 (es decir, su equilibrante) se logrará el equilibrio del cuerpo.

El valor de la fuerza F es:

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

Equilibrio

Obtención de la fórmula del plano inclinado

Comparemos los triángulos $\overset{\triangle}{BAC}$ y $\overset{\triangle}{GPF_2}$ (fig. 49) semejantes, pues

$\hat{F_2} = \hat{A} = 1\ R$ y

$\hat{P} = \hat{C}$ por tener lados paralelos luego, sus lados homólogos son proporcionales.

Por ello se cumple:

$$\frac{GP}{PF_1} = \frac{BC}{CA}$$

GP: peso P;
PF_2: F_1 (por lados opuestos del paralelogramo;
BC: l (longitud plano inclinado);
AC: h (altura del plano inclinado).
reemplazando, resulta:

$$\frac{P}{F_1} = \frac{l}{h}$$

y, como $F_1 = F$ es

$$\boxed{\frac{P}{F} = \frac{l}{h}} \quad \therefore \quad \boxed{F = P \cdot \frac{h}{l}}$$

FACTOR DE MULTIPLICACIÓN

Como

$$F = P \cdot \frac{h}{l} \text{ es } F \cdot l = P \cdot h$$

de ello resulta:

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

$P = \frac{Fl}{h}$

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

MATERIAL PARA LA PREGUNTA 17

expresión en la cual el cociente $\frac{l}{h}$ es el *factor de multiplicación* cuyo significado es el siguiente:

El plano inclinado tiene longitud 3,50 metros y altura 0,70 m; el cociente

$$\frac{l}{h} = \frac{3{,}50 \text{ m}}{0{,}70 \text{ m}} = 5$$

indica que para levantar un cuerpo habrá que aplicar una fuerza 5 veces menor que el peso de ese cuerpo ya que la fuerza QUEDARÁ MULTIPLICADA 5 veces (aunque va a tener que recorrer un camino 5 veces mayor que levantando directamente).

SÍNTESIS DE LAS FÓRMULAS DEL PLANO INCLINADO

$$\mathbf{F} = \mathbf{P} \cdot \frac{h}{l} \; ; \; \mathbf{P} = \mathbf{F} \cdot \frac{l}{h} \; ; \; l = \mathbf{P} \cdot \frac{h}{\mathbf{F}} \; ; \; h = \mathbf{F} \cdot \frac{l}{\mathbf{P}}$$