

vieron que la fuerza era de 720 g. Midieron la altura del extremo elevado del plano inclinado y su longitud, anotando los datos del modo siguiente:

Longitud del plano inclinado 1 m

altura del plano 25 cm

peso del patín 720 g

Un estudiante tiró del patín lentamente a lo largo del plano y midió una fuerza de 240 g. Otro lo hizo rápidamente y midió una fuerza de 300 g. Todos observaron que era necesaria una fuerza mayor para *iniciar* el movimiento del patín que para *mantenerlo* en movimiento. Después, tomaron las medidas cuando el patín se movía con una velocidad bajo y constante.

### FUERZA REQUERIDA PARA LLEVAR EL PATIN HACIA ARRIBA DEL PLANO A UNA VELOCIDAD BAJA Y CONSTANTE

Ensayos	Fuerza
A	240 gramos
B	270 gramos
C	210 gramos
D	300 gramos
E	180 gramos
F	240 gramos
=	1440 gramos

suma de fuerzas  
 \_\_\_\_\_ = promedio

número de ensayos

1440 gramos  
 \_\_\_\_\_ = 240 gramos

6

Estas observaciones indican que se necesita menos fuerza para tirar del patín a lo largo de la rampa que para levantarlo directamente.

### VENTAJA DEL PLANO INCLINADO.

Comparemos nuevamente la fuerza de 240 g, necesaria en un plano inclinado, con la 720 g; que se requiere sin él. ¿Cómo indica esta comparación la ventaja de emplear una máquina simple? Con el plano inclinado el patín se puede levantar directamente. En este sentido la máquina simple hace más fácil la tarea: la fuerza es menor.

No conviene afirmar que la máquina simple *ahorra* trabajo, se debe analizar antes la situación. Por medio de la máquina simple se ejerce una fuerza de 240 g (0.24 kg) a lo largo de una distancia de 1 metro, y el trabajo es de 0.24 (kgm). Levantando directamente el patín, una fuerza de 720 g (0.72 kg) se mueve a lo largo de una distancia de 25 cm (0.25 m), y el trabajo es de 0.72 kg x 0.25 m = 0.180 kgm. Se requiere más trabajo para levantar el patín por el plano que directamente. Con un plano inclinado, la tarea requiere menos fuerza, pero *más* trabajo.

Por consiguiente, en relación con la fuerza, esta máquina simple proporciona una ventaja definida. ¿En qué consiste esa ventaja? La manera más sencilla de expresarla es comparar la fuerza requerida *sin* el plano inclinado con la requerido *usando el plano*. Es decir: la *ventaja es igual a la fuerza requerida sin el plano dividida por la fuerza requerida con el plano*. Entonces, la fórmula sería:

$$\text{ventaja mecánica} = \frac{\text{fuerza (sin el plano)}}{\text{fuerza (con el plano)}}$$

$$\frac{720 \text{ gramos}}{240 \text{ gramos}} = 3$$

Observe que el resultado no tiene unidades, puesto que los gramos del numerador y del nominador se cancela.

### Ejemplo 2.

Una caja que pesa 50 kg es empujada para subir una pendiente de 10 m de largo y 1 m de altura. Si se necesita una fuerza de 8 kgf para empujar la caja. Calcular el rendimiento del plano inclinado.

Solución:

Para calcular el trabajo total suministrado.

$$T_s = F_P r_P$$

$$T_s = 8 \text{ kgf} \times 10 \text{ m}$$

$$T_s = 80 \text{ kgf-m}$$

Trabajo útil ejecutado:

$$T_u = F_R r_R$$

$$T_u = 50 \text{ kgf} \times 1 \text{ m}$$

$$T_u = 50 \text{ kgf-m}$$

Por la ecuación 4 tenemos:

$$\text{rendimiento} = T_u \times 100 / T_s$$

$$= 50 \text{ kgf-m} \times 100 / 80 \text{ kgf-m}$$

ó también:

$$V_{mc} = F_R / F_P$$

$$= 50 \text{ kgf} / 8 \text{ kgf}$$

$$= 6.25$$

$$V_{mi} = r_P / r_R$$

$$= 10 \text{ m} / 1 \text{ m}$$

$$= 10$$

$$\text{rendimiento} = V_{mc} \times 100 / V_{mi}$$

$$= 6.25 \times 100 / 10$$

$$= 62.5 \%$$

Hacerlo inmediatamente.

2.- Si en el ejemplo 2, la altura es de 1.5 m y los otros datos son iguales, ¿Cuál será el rendimiento. {93.84 %}.

3.- Si en el ejemplo 2, la pendiente es de 12 m de largo y los otros datos son los mismos del ejemplo. Calcular el rendimiento. {52.08 %}

### Ejemplo 3.

Una caja que pesa 48 kg es empujada por encima de un plano inclinado de 5 m de largo y 1 m de altura, con una fuerza de 12 kg. Calcular el rendimiento del plano inclinado.

Solución:

Tenemos los siguientes datos:

$$F_R = 48 \text{ kg}, F_P = 12 \text{ kg}, r_R = 1 \text{ m}, r_P = 5 \text{ m}.$$

$$\text{Trabajo suministrado} = F_P \times r_P$$

$$= 12 \text{ kg} \times 5 \text{ m}$$

$$= 60 \text{ kg-m}$$

$$\text{Trabajo útil} = F_R \times r_R$$

$$= 48 \text{ kg} \times 1 \text{ m}$$

$$= 48 \text{ kg-m}$$

$$\text{Rendimiento} = T_u \times 100 / T_s$$

$$= 48 \text{ kg-m} \times 100 / 60 \text{ kg-m}$$

$$= 80 \%$$

$$V_{mc} = F_R / F_P$$

$$= 48 \text{ kg} / 12 \text{ kg}$$

$$= 4$$

$$V_{mi} = r_P / r_R$$

$$= 5 \text{ m} / 1 \text{ m}$$

$$= 5$$

$$\text{Rendimiento} = V_{mc} \times 100 / V_{mi}$$

$$= 4 \times 100 / 5$$

$$= 80 \%$$

## AUTOEVALUACIÓN 5.

1.- Dibuja de nuevo la fig. 1, señalando para cada uno de los ejemplos:

a) ¿Qué tipo de máquina simple es, y el porque de cada respuesta.

b) ¿Dónde se encuentran el fulcro o punto de apoyo, la fuerza de la potencia, la fuerza de la resistencia y el brazo de la resistencia.

2.- De la siguiente lista de máquinas, clasificarlas como simples o compuestas; de las simples, si se trata de una palanca, deducir si es de primer, segundo o tercer género.

a) tijeras

f) Tornillo

b) Polea

g) Escoba

c) Polipasto

h) Carretilla

d) Cascanueces

i) Pinzas

e) Torno

j) Bicicleta

3.- Las tijeras de hojalatero de la fig. 1; tienen mangos de 25 cm de largo y la persona que las usa, aplica la fuerza a 2.5 cm de sus extremos. Encontrar: a) La ventaja mecánica ideal cuando las cuchillas cortan un pedazo de metal colocado a 1.25 cm del fulcro. b) Suponiendo que la fuerza se aplicara exactamente en los extremos de las tijeras, ¿Cuál sería la nueva ventaja mecánica ideal?

{ a)  $V_{mi} = 18$  y b)  $V_{mi} = 20$  }

4.- Los mangos de un cascanueces como el de la fig. 1, tienen 18 cm de largo. Calcular: a) La fuerza que recibe una nuez colocada a 6 cm de la bisagra, si se ejerce una fuerza de 20 N en los extremos libres de la palanca, b) el rendimiento de esta máquina simple.

{ a)  $F_R = 60 \text{ N}$  y b)  $\text{Rend.} = 100 \%$  }

5.- Encontrar la ventaja mecánica ideal de un torno, si el diámetro de su eje es de 10 cm y la manivela tiene una longitud de 30 cm. (Ver fig. 3).

{  $V_{mi} = 6$  }

6.- Un hombre lleva una carga de piedras de 150 kg en una carretilla como la de la fig. 1. El centro de gravedad de la carga está a 20 cm del eje de la rueda; el hombre sostiene los mangos de la carretilla a 80 cm del eje.

a) Encontrar la ventaja mecánica ideal de la carretilla.

{a)  $V_{mi} = 4$ }

b) Despreciando la fricción, calcular la fuerza de la potencia.

{b)  $F_p = 37.5 \text{ kg}$ }

7.- Un plano inclinado de 24 m de largo y 3 m de altura tiene un rendimiento de 80%. Calcular la fuerza necesaria para subir por él una carga que pesa 50 kg.

{ $F_p = 7.81 \text{ kg}$ }

8.- Si en el torno del problema, 5, se levanta una carga de 9 kg con una fuerza de 2 kg, ¿cuál será el rendimiento de la máquina?

{Rend. = 75 %}

## UNIDAD VII

# FRICCIÓN.

La fuerza de fricción o de rozamiento es tan común en la vida diaria, aunque pocas veces nos damos cuenta de esto. En algunas ocasiones nos es de gran ayuda, como en el caso de poder caminar o al frenar un automóvil, como en otras ocasiones es tan perjudicial, en un resbalón o el desgaste de las piezas del motor de un automóvil.

Al terminar esta unidad tendrás una idea más clara de este fenómeno.

## OBJETIVOS.

- 1.- Definir cada uno de los términos, conceptos y principios establecidos en el capítulo 6 de este libro.
- 2.- Explicar el término fricción y las causas que la provocan.
- 3.- Determinar el valor de la normal en diferentes condiciones físicas de un cuerpo (plano inclinado y plano horizontal).
- 4.- Diferenciar entre coeficiente de fricción estático y coeficiente de fricción cinético y calcular sus valores.