

OBJETIVO GENERAL

Al término de la unidad, el alumno será capaz de aplicar los conceptos de fricción, trabajo, energía y potencia, leyes de conservación e hidrostática en la solución de problemas similares.

UNIDAD I

OBJETIVOS PARTICULARES

INDICADORES

UNIDAD I

Al término de la unidad, el alumno será capaz de aplicar los conceptos de fricción en la solución de problemas.

F R I C C I O N

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

El alumno:

- Explicará el UNIDAD 1 fricción.
- Determinará el valor de la normal en diferentes OBJETIVOS PARTICULARES un cuerpo.

### FRICCION

- Diferenciará entre los tipos de fricción estática y cinética.

Al término de la unidad, el alumno: -

aplicará los principios básicos de la fricción en la solución de problemas.

Resolverá problemas de fricción por deslizamiento uniforme.

Resolverá problemas de plano inclinado bajo las siguientes condiciones:

- a) Con fricción.
- b) Sin fricción.
- c) Con velocidad constante.
- d) Con movimiento uniformemente acelerado.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

El alumno:

- Explicará el término fricción.
- Determinará el valor de la normal en diferentes condiciones físicas de un cuerpo.
- Diferenciará entre coeficiente de fricción estático y cinético.
- Identificará las unidades que maneja la fricción y el coeficiente de fricción.
- Deducirá la expresión matemática para coeficiente de fricción por deslizamiento uniforme.
- Resolverá problemas de plano inclinado bajo las siguientes condiciones:
  - a) Con fricción.
  - b) Sin fricción.
  - c) Con velocidad constante.
  - d) Con movimiento uniformemente acelerado.

UNIDAD I

" FRICCION "

1-1 INTRODUCCION.- En el estudio de la Cinemática y Dinámica del Primero y Segundo Semestres respectivamente, nunca se mencionó la presencia o existencia del rozamiento o la fricción, y sus efectos sobre el movimiento de los cuerpos. Pero ya es el momento de abordar el estudio de la fricción y lo haremos en esta unidad.

Comenzaremos por definir o dar el concepto de la fricción diciendo: Es la interacción física entre dos superficies en contacto, como una consecuencia de las irregularidades de dichas superficies.

En ciertos casos, la fricción o el rozamiento son buenos, pues gracias a ellos, podemos caminar, un automóvil puede frenar o bien un cuerpo puede sostenerse en reposo, sobre un plano inclinado, mientras que en otros casos es deseable que la fricción disminuya lo más que se pueda, como es en el movimiento de los aviones a través del espacio o de los peces a través del agua, en ambos casos, tanto los aviones como los peces tienen formas aerodinámicas, para

disminuir al máximo sus fricciones con el aire y con el agua respectivamente.

La existencia de la fricción da lugar a gastos de energía durante el movimiento de los cuerpos en general.

### 1-2 FUERZAS DE FRICCIÓN Y COEFICIENTES DE FRICCIÓN.

Debido a la fricción, se originan dos tipos de fuerzas, la fuerza de fricción estática y la fuerza de fricción cinética.

Estas dos fuerzas de fricción siempre obran paralelamente a las superficies en contacto, es decir, su dirección es la de una recta paralela a dichas superficies, como puede apreciarse en las dos siguientes figuras:

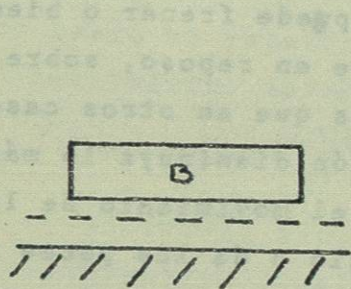


FIGURA 1-2-1

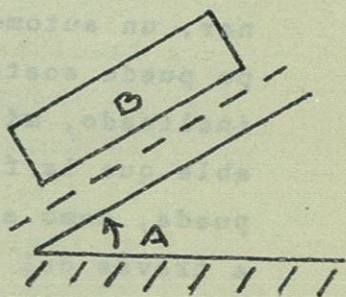


FIGURA 1-2-2

La línea recta interrumpida, en estas dos figuras, indica la dirección solamente de las fuerzas de fricción. A propósito se han dibujado las superficies separadas tanto del cuerpo B, como del plano en que descansa, con el fin de poder dibujar la dirección de las fuerzas de fricción, pero considérelas en contacto.

La fuerza de fricción es un vector, puesto que es una fuerza, por lo tanto, se le ha designado también un sentido. En las dos figuras anteriores no se ha hecho. La razón es la siguiente: El sentido en general, de una fuerza de fricción es tal, que es contrario al movimiento del cuerpo cuando éste se está moviendo (fuerza de fricción cinética  $f_k$ ) o bien, su sentido es tal, que se opone al sentido en que tiende a comenzar a moverse el cuerpo (fuerza de fricción estática:  $f_s$ ). Las dos figuras siguientes aclararán estos conceptos:

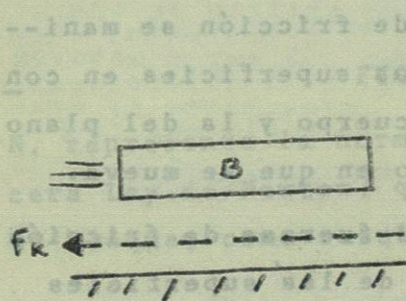


FIGURA 1-2-3

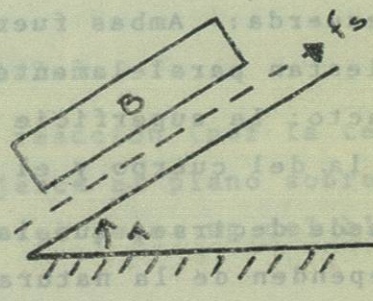


FIGURA 1-2-4

En la figura 1-2-3, el cuerpo B, se mueve a la derecha, entonces la fuerza de fricción cinética:  $f_k$  apuntará a la izquierda. Si el cuerpo se moviera a la izquierda,  $f_k$  apuntaría a la derecha.

En la figura 1-2-4, el cuerpo B, apenas comienza a bajar por el plano inclinado, oponiéndose en este caso, la fuerza de fricción estática:  $f_s$ . Si el cuerpo comenzara a moverse hacia arriba, sobre el plano inclinado, entonces  $f_s$  apuntaría en sentido contrario.

Entonces, podemos concluir lo siguiente: La fuerza de fricción cinética  $f_k$ , es la fuerza que se opone al movimiento de un cuerpo. - La fuerza de fricción estática  $f_s$ , es la fuerza que se opone a que un cuerpo en reposo, se comience a mover y es igual a la mínima fuerza necesaria para comenzar a mover el cuerpo.

Recuerda: - Ambas fuerzas de fricción se manifiestan paralelamente a las superficies en contacto: La superficie del cuerpo y la del plano o la del cuerpo y el medio en que se mueva.

Puede decirse, que las dos fuerzas de fricción dependen de la naturaleza de las superficies

en contacto; metal-metal, metal-madera, metal-hule, madera-madera, vidrio-madera, etc. Así como también dependen de lo áspero o rugoso de las superficies en contacto. Ahora, si partimos o estudiamos un par de superficies cualquiera, digamos metal-metal, incluyendo sus rugosidades o asperezas, podemos establecer lo siguiente: La fuerza fricción, es directamente proporcional a la Normal:  $N$ , que obra sobre las dos superficies en contacto. Por ejemplo: Un bloque en reposo sobre un plano horizontal:

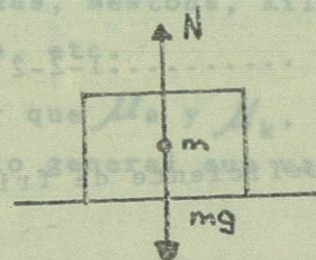


FIGURA 1-2-5

$N$ , representa la normal o reacción (por la tercera Ley de Newton) que ejerce el plano sobre el bloque, como resultado del peso:  $mg$  del blo

que, sobre el plano.

$m$ , es la masa del bloque.

En este caso,  $N = mg$ , pero de sentido contrario a  $mg$ .

El enunciado anterior quiere decir, que a mayor peso:  $mg$ ,  $N$  será mayor y por lo tanto, la fuerza de fricción también será mayor.

Si el cuerpo está en reposo, podemos escribir la ecuación: 1-2-1 así:  $f_s = \mu_s N$ ..... 1-2-1.

Siendo  $\mu_s$  el coeficiente de fricción estático para el par de superficies en contacto.

Si el cuerpo está en movimiento, entonces la ecuación será:

$$f_k = \mu_k N \text{ ..... 1-2-2}$$

Siendo:  $\mu_k$ , el coeficiente de fricción cinético.

Los dos coeficientes no tienen unidades, siendo por lo general,  $\mu_s > \mu_k$ , esto quiere decir que, para un mismo par de superficies,  $f_s > f_k$ , es decir, que se requiere de más fuerza para comenzar a mover un cuerpo, que para mantener

en movimiento al mismo cuerpo. ¿Has empujado un carro?.

Relaciona tu respuesta con lo anterior.

Para cada par de superficies existe un valor de  $\mu_s$  y un valor de  $\mu_k$ . Este último se considera constante, dentro de un determinado margen de velocidades.

Antes de iniciarnos con los problemas de fricción conviene aclarar lo siguiente:

a) Las unidades de las fuerzas de fricción:  $f_s$  y  $f_k$ , son las mismas de cualesquier fuerza mecánica: Dinás, Newtons, Kilogramos-Fuerza, Libras-Fuerza, etc.

b) Recordar que  $\mu_s$  y  $\mu_k$ , no tienen unidades y que por lo general sus valores son menores que 1.

c)  $\mu_s$  se utiliza cuando el cuerpo comienza a moverse y que  $\mu_k$  se utiliza cuando el cuerpo está en movimiento.

### 1-3 SECCION DE PROBLEMAS RESUELTOS.

A.- Fricción estática en planos horizontales.

1.- ¿Cuál es la mínima fuerza horizontal que

habrá que aplicar a un bloque de 100 Kg. que descansa sobre un piso horizontal, si su coeficiente de fricción estático es 0.7?

SOLUCION:- En primer lugar hagamos el dibujo del problema:

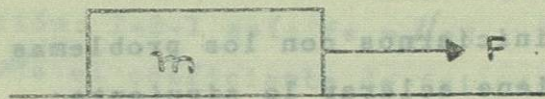


FIGURA 1-3-1

Aunque no se dijo en el problema, hacia donde apuntaba la fuerza horizontal, se ha tomado arbitrariamente hacia la derecha, según fig.1-3-1.

Ahora, hagamos un diagrama vectorial, o diagrama de cuerpo aislado; que incluye el cuerpo en forma de punto, obrando sobre él, los vectores que afectan su estado de movimiento, en este caso su estado de reposo.

DIAGRAMA VECTORIAL

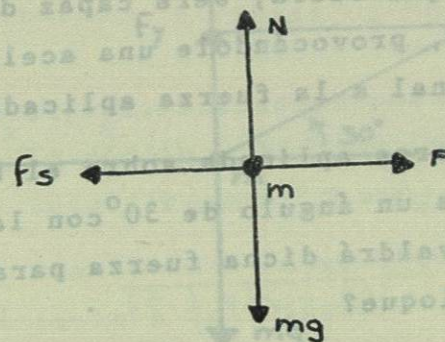


FIGURA 1-3-2

De acuerdo con este diagrama vectorial:  $F = -f_s$ , es decir, que la fuerza horizontal:  $F$ , es igual en magnitud a  $f_s$  pero de sentido contrario a  $f_s$ .

También, por definición:  $f_s = \mu_s N$ , y como  $N = mg$ , entonces:

$$f_s = \mu_s mg = .7(100) 9.8 = 686 \text{ Newtons.}$$

Por lo tanto:

$$F = 686 \text{ Newtons, en valor absoluto.}$$



NOTA: Si no hubiese fricción entre el cuerpo y el plano, cualesquier fuerza, por más pequeña que fuera, será capaz de mover al bloque, provocándole una aceleración proporcional a la fuerza aplicada.

2.- Si la fuerza aplicada sobre el bloque anterior, formara un ángulo de  $30^\circ$  con la horizontal ¿cuánto valdrá dicha fuerza para comenzar a mover al bloque?

SOLUCION:- De nuevo, hagamos el dibujo del problema, para entenderlo:

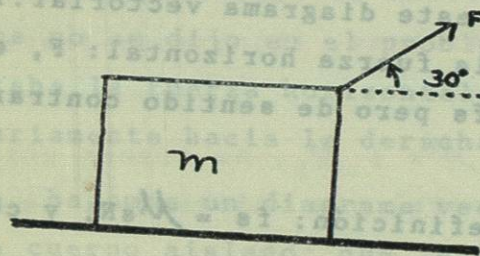


FIGURA 1-3-3

El diagrama vectorial correspondiente será:

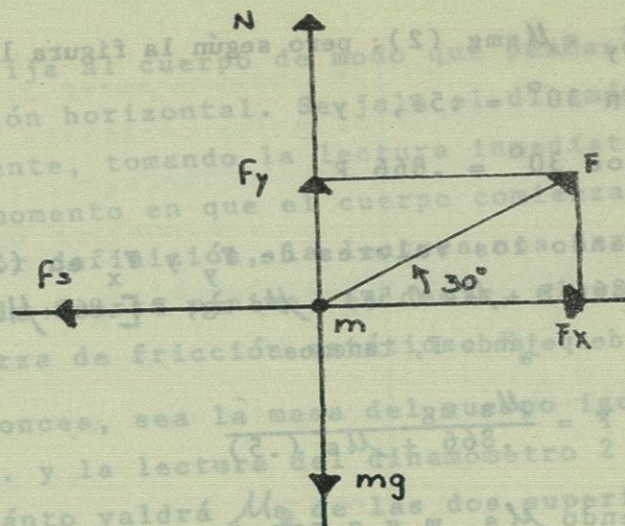


FIGURA 1-3-4

Como se notara, el problema ya se complicó, como puede apreciarse en la figura 1-3-4. Pero vamos a razonar el problema con ayuda de dicha figura. La  $F_x$ , es la que hará que comience a moverse el bloque de masa  $m$ .

Entonces: Según la figura 1-3-4;  $F_x = f_s$  y como  $f_s = \mu_s N$ , entonces:  $F_x = \mu_s N$  (1).

Ahora,  $N$  ya no es igual a  $mg$ , pues según la figura 1-3-4;  $N + F_y = mg$ , entonces despejemos  $N$ , así:  $N = mg - F_y$  y sustituyamos este valor de  $N$  en (1):  $F_x = \mu_s (mg - F_y) = \mu_s mg - \mu_s F_y$  o bien:

$$F_x + \mu_s F_y = \mu_s mg \quad (2); \text{ pero según la figura 1-3-4:}$$

$$F_y = F \sin 30^\circ = .5F, \quad y$$

$$F_x = F \cos 30^\circ = .866 F$$

Sustituyendo los valores de  $F_y$  y  $F_x$  en (2), tenemos:  $.866 F + \mu_s (.5F) = \mu_s mg$ ;  $F [.866 + \mu_s (.5)] = \mu_s mg$ , y despejando  $F$ , tenemos:

$$F = \frac{\mu_s mg}{.866 + \mu_s (.5)}$$

Sustituyendo  $\mu_s$ ,  $m$  y  $g$  por sus respectivos valores tenemos:

$$F = \frac{.7 (100) 9.8}{.866 + .7 (.5)} = \frac{686}{.866 + .35} = \frac{686}{1.216}$$

$$F = 564.14 \text{ Nt.}$$

Observa que ahora  $F$ , fué menor que el problema anterior. ¿Lo puedes comprobar, con un caso práctico y parecido?. Hazlo.

3.- Un método para determinar el coeficiente de fricción estático;  $\mu_s$ , es el método del dinamómetro; para esto, el cuerpo se coloca en un plano horizontal, el dinamómetro adecuado

se fija al cuerpo de modo que permanezca en posición horizontal. Se jala el dinamómetro lentamente, tomando la lectura inmediatamente en el momento en que el cuerpo comienza a moverse y por definición, la lectura nos dará el valor de la fuerza mínima, es decir, el valor de la fuerza de fricción estática:  $F_s$ .

Entonces, sea la masa del cuerpo igual a 500 grs. y la lectura del dinamómetro 2 Newtons. ¿Cuánto valdrá  $\mu_s$  de las dos superficies en contacto: La del cuerpo y la del plano?. Ver figura 1-3-5.

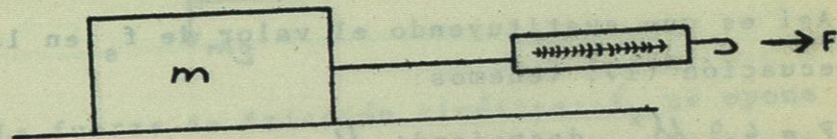


FIGURA 1-3-5

SOLUCION:- El diagrama vectorial del problema será la figura 1-3-6;