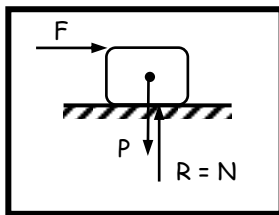
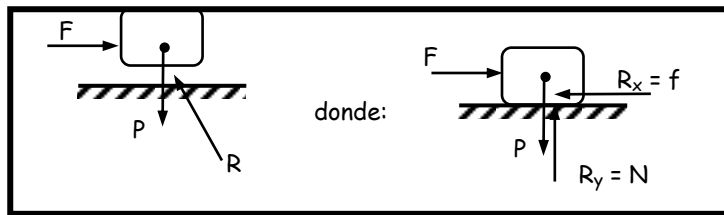


ROZAMIENTO

Hemos visto situaciones en donde la fuerza de reacción (R) que actúa sobre un cuerpo es perpendicular a este por eso le llamábamos reacción normal (N), situación en donde las superficies en contacto se consideraban lisas (ideales), a saber en superficies rugosas la reacción que actúa sobre el cuerpo sufre cierta inclinación cuando sobre el cuerpo se aplica cierta fuerza "F", obteniéndose así dos componentes "R_x" y "R_y".



Superficie lisa

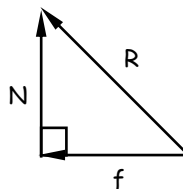


Superficie rugosa

f : fuerza de rozamiento

La experiencia nos muestra que tratando de desplazar un cuerpo sobre la superficie de otro, en el plano de contacto de los cuerpos surge una fuerza de resistencia a su deslizamiento relativo que se llama fuerza de rozamiento de deslizamiento, la cual llamaremos simplemente "Fuerza de Rozamiento"

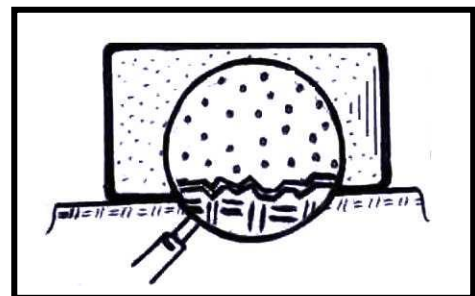
Del gráfico se cumple:



$$R = \sqrt{f^2 + N^2}$$

Una de las causas de la aparición de la fuerza de rozamiento consiste en las rugosidades de los cuerpos en contacto. Si aplicamos uno contra otro dos cepillos de modo que sus cerdas encajen, si juntamos dos peines de manera que las púas de uno se intercalen en las del otro, tendremos una imagen exagerada de lo que en pequeña escala sucede en el contacto de dos superficies mal pulimentadas.

Por el rozamiento se adhiere un hilo a nuestros vestidos, el polvo al papel, el clavo a la pared, el tapón de corcho al cuello del frasco. Incluso las superficies de los cuerpos que parecen ser lisas tienen irregularidades, salientes y arañazos. En la figura dichas irregularidades están representadas en forma amplificada.

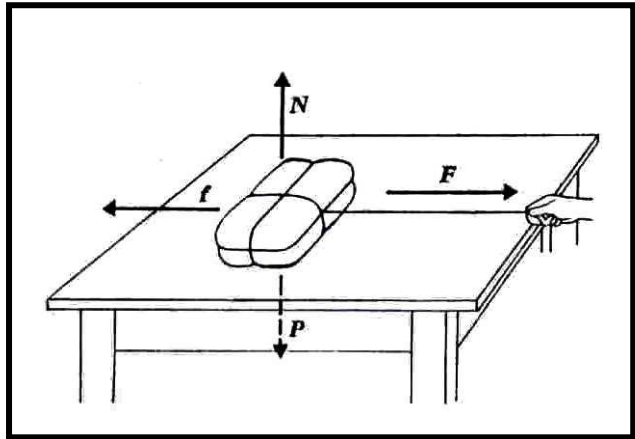


Otra de las causas del rozamiento es la atracción mutua de las moléculas de los cuerpos en contacto.

Existe también el rozamiento de rodadura el cual es siempre menor que la de rozamiento de deslizamiento. El rozamiento puede ser útil y nocivo; cuando es útil, se tiende a aumentar, cuando es nocivo, a disminuir. Cite usted algunos ejemplos.

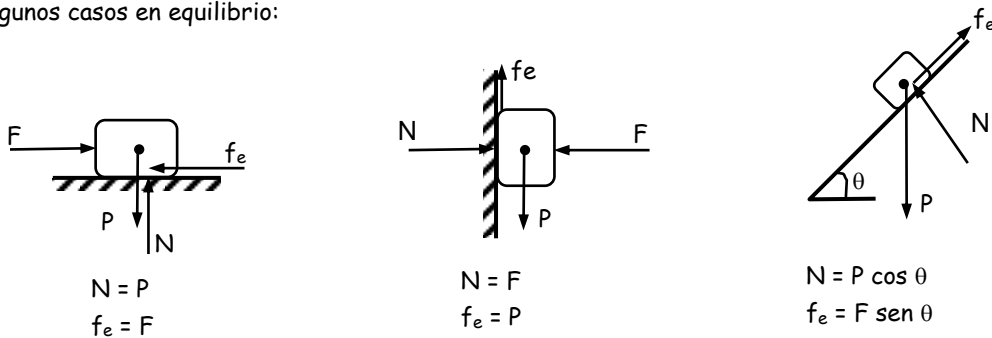
ROZAMIENTO ESTÁTICO:

Un cuerpo descansa sobre una mesa, (ver figura), al comenzar a tirarlo a lo largo de la superficie de la mesa con un cordel, el cuerpo no se mueve. Sobre el mismo actúa la fuerza de tensión del cordel "F", sin embargo, permanece en reposo, por consiguiente esta aplicada al cuerpo por parte de la mesa una fuerza de valor igual y sentido contrario a "F": ésta es la fuerza de rozamiento con la mesa "f_e".



La fuerza de rozamiento durante el reposo se llama precisamente así: **fuerza de rozamiento en reposo o fuerza de rozamiento estático "f_e"**. La fuerza de gravedad "P" y la fuerza de reacción normal "N" se equilibran mutuamente, (N = P). Como ya hemos dicho, una fuerza horizontal suficientemente pequeña aplicada a un cuerpo, que se encuentra sobre una superficie plana horizontal, no lo pondrá en movimiento debido a que se engendra una fuerza de rozamiento estático "f_e" de valor igual y sentido contrario a la fuerza aplicada "F", (f_e = F)

Veamos algunos casos en equilibrio:



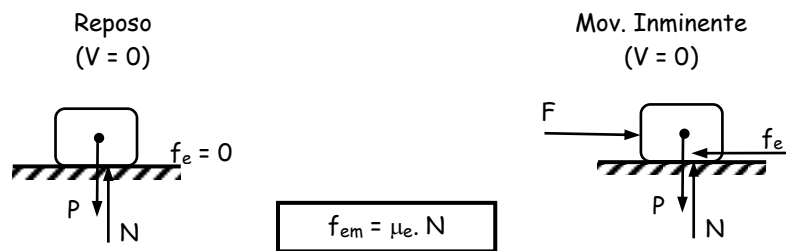
¿QUÉ DEFINE LA FUERZA DE ROZAMIENTO ESTÁTICO?

Dicha fuerza la determina la fuerza que actúa "F"; pues aumentando la tensión del cordel, al mismo tiempo, incrementamos la fuerza de rozamiento; variando la dirección de la fuerza "F", modificamos la dirección de la fuerza de rozamiento. Sin embargo, en caso de que aumentemos gradualmente la fuerza aplicada "F" comenzará el movimiento. Experimentos sencillos muestran que el cuerpo tendrá aceleración si la fuerza "F" es mayor que cierto valor determinado "f_{em}". Por consiguiente, la fuerza de rozamiento estático puede tomar cualquier valor desde cero hasta "f_{em}", (0 ≤ f_e ≤ f_{em}), es decir, esta fuerza tiene un valor máximo "f_{em}". Si F > f_{em}, el cuerpo posee cierta aceleración y puede moverse; pero si F < f_{em}, la aceleración del cuerpo es nula, este permanece en reposo y la fuerza de rozamiento es igual a "F", (f_e = F).

¿QUÉ DETERMINA EL VALOR DE LA MÁXIMA FUERZA DE ROZAMIENTO ESTÁTICO "f_{em}"?

Lo determinan las propiedades físicas de los cuerpos cuyas superficies se hallan en contacto, y el valor de la fuerza de presión de un cuerpo contra el otro.

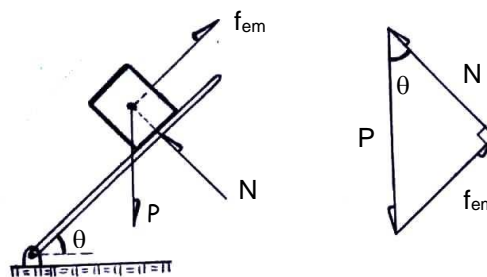
Supongamos que una caja esta sobre una mesa. Entonces en caso de haber equilibrio, la fuerza de presión de la caja sobre la mesa "N" es igual a la fuerza de gravedad "P" sobre la caja, (N = P). Ver figuras.



Donde "μ_e" es un coeficiente adimensional: el "coeficiente de rozamiento estático", el cual depende únicamente de las propiedades físicas de la superficie en contacto, (por lo general, en este caso se sobre entiende el coeficiente "de la fuerza de rozamiento estático máximo"), la expresión dada lleva el nombre de "Ley de Amontons", quien la descubrió experimentalmente en 1699.

El valor del coeficiente "μ_e" se determina mediante diversos experimentos, por ejemplo, haciendo deslizar un cuerpo sobre un plano inclinado.

En estos experimentos se define previamente el ángulo de inclinación del plano con que el cuerpo comienza a deslizarse sobre un plano.



Del gráfico se observa que el cuerpo esta a punto de deslizar (mov. Inminente) por lo tanto la suma vectorial de las fuerzas P, N y f_{em}, aún es igual a cero, por consiguiente del triángulo se obtiene:



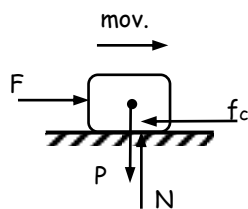
$$\tan \theta = \frac{f_{em}}{N} ; \text{ recordando: } f_{em} = \mu_e \cdot N$$

$$\rightarrow \tan \theta = \frac{\mu_e \cdot N}{N}$$

$$\therefore \mu_e = \tan \theta$$

ROZAMIENTO CINÉTICO:

Supongamos que un cuerpo se encuentra sobre una superficie horizontal. Cuando la fuerza horizontal que actúa sobre el mismo es mayor que la fuerza de rozamiento estático máximo ($F > \mu_e N$), el cuerpo comienza a deslizarse. En general la fuerza de rozamiento durante el deslizamiento va a disminuir primero y aumentar después al crecer la velocidad.



$$f_c = \mu_c N$$

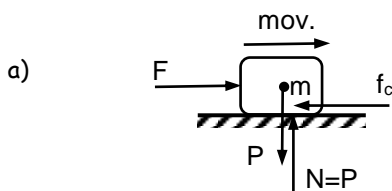
Obs:

$$f_{em} > f_c \\ \therefore \mu_e > \mu_c$$



La fuerza de rozamiento por deslizamiento, la llamaremos fuerza de rozamiento cinético (f_c); la cual para nuestros propósitos la consideramos constantes y que depende de la fuerza aplicada al cuerpo, siendo además proporcional a la fuerza de presión normal (N).

El coeficiente de rozamiento cinético (μ_c), se determina también en forma experimental veamos a continuación algunos casos:

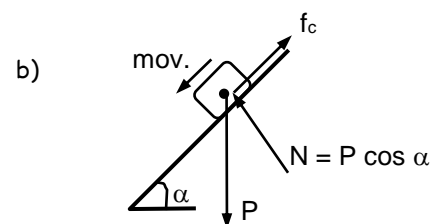


1º Si se mueve a velocidad constante se cumple:

$$f_c = F \quad (\text{equilibrio})$$

2º Si posee aceleración constante se cumple:

$$F_R = m \cdot a$$



1º Si baja a velocidad constante se cumple

$$f_c = P \operatorname{sen} \alpha$$

además: $\mu_c = \tan \alpha$

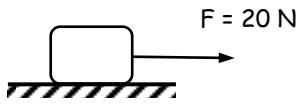
2º Si baja con aceleración constante, se cumple:

$$F_R = m \cdot a$$

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

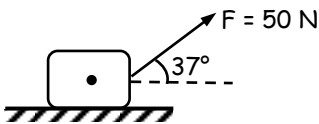
1. El bloque mostrado se encuentra en reposo, determine el valor de la fuerza de rozamiento.

- a) 10N
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50



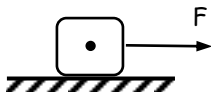
2. Determine el valor de la fuerza de rozamiento sobre el bloque mostrado en reposo.

- a) 10 N
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50



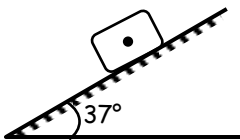
3. El bloque se encuentra en movimiento inminente determine el valor de la fuerza de rozamiento.
 $m = 8 \text{ kg}$. ; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\mu_e = 0,5$,

- a) 10 N
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50



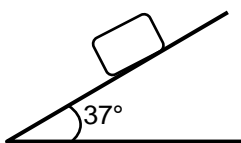
4. Determine el valor de la fuerza de rozamiento sobre el bloque en reposo. $m = 5 \text{ kg}$.
 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) 10N
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50



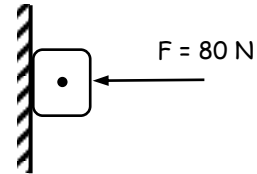
5. El bloque de 100N de peso se encuentra en equilibrio. Hallar la fuerza de rozamiento estático $\mu_e = 0,8$.

- a) 100 N
- b) 125
- c) 150
- d) 200
- e) 250



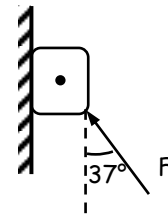
6. Determine el valor de la fuerza de rozamiento sobre el bloque en reposo. $m = 5 \text{ kg}$.
 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) 10 N
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50



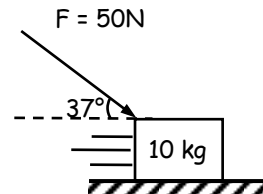
7. Calcular el máximo y el mínimo valor de "F" para que el bloque de 140 N se encuentre en equilibrio apoyado sobre una superficie de coeficiente de rozamiento $\mu_e = 0,75$.

- a) 380N y 120N
- b) 400N y 112N
- c) 200N y 150N
- d) 300N y 160N
- e) 250N y 140N



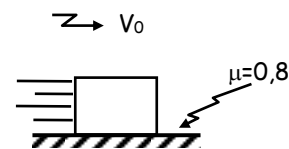
8. Si el bloque que se representa en el esquema desliza con una aceleración de 2 m/s^2 . Determine el coeficiente de rozamiento cinético entre las superficies de contacto.

- a) 0,2
- b) 0,4
- c) 1/13
- d) 2/13
- e) 0,25



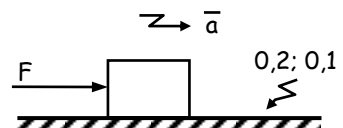
9. Se lanza un bloque de masa "m" sobre una superficie horizontal con una velocidad inicial de 20 m/s , como se muestra, entonces que distancia recorre el móvil hasta detenerse.

- a) 20 m
- b) 22
- c) 24
- d) 25
- e) 26



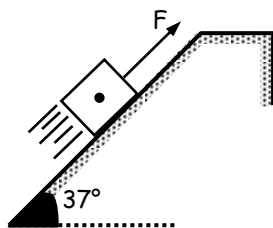
10. Si la fuerza de rozamiento es la quinta parte de "F". Halle la aceleración del bloque.

- a) $g/5$
- b) $g/10$
- c) $2g/5$
- d) $3g/10$
- e) $3g/5$



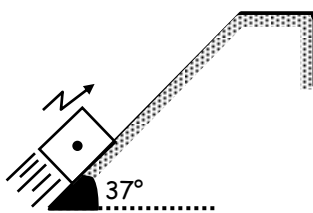
11. Que fuerza "F" se debe de aplicar al bloque de 5 kg de masa para que ascienda a velocidad constante. $\mu = 0,5$ y $0,6$

- a) 15 N
b) 20
c) 30
d) 40
e) 50



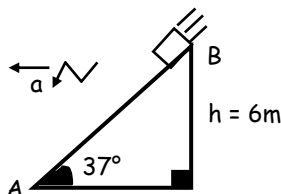
12. Desde la base de un plano inclinado se lanza un bloque de 5kg de masa con una velocidad de 25 m/s, luego de que tiempo su velocidad es nula. $\mu = 0,5$ y $0,6$

- a) 1s
b) 2
c) 2,5
d) 4
e) 5



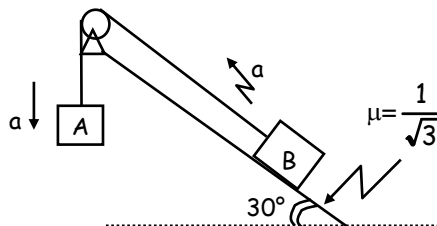
13. Un bloque parte del reposo en "B" y tarda 2s, en llegar al punto "A". Determinar el coeficiente de rozamiento. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 2/3
b) 3/4
c) 4/3
d) 5/3
e) 5/4



14. Hallar la tensión en el cable que une a los bloques "A" y "B". Sabiendo que el sistema se mueve con una aceleración de 8 m/s^2 ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Si $M_B = 2 \text{ kg}$.

- a) 8N
b) 10
c) 16
d) 26
e) 36



15. Hallar la aceleración con que viaja el coche para que el bloque no resbale sobre el coche. Coeficiente de rozamiento estático entre el bloque y el coche $0,8$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

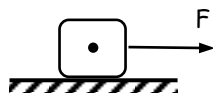
- a) 8 m/s^2
b) 16 m/s^2
c) 7 m/s^2
d) $12,5 \text{ m/s}^2$
e) 25 m/s^2



TAREA DOMICILIARIA

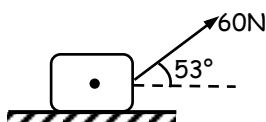
1. Determine el valor de la fuerza de rozamiento que actúa sobre el bloque apunto de resbalar $m=8\text{kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\mu_e = 0,6$

- a) 30 N
b) 34
c) 40
d) 48
e) 50



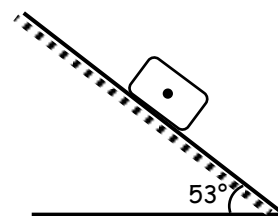
2. Determinar el valor de la fuerza de rozamiento sobre el bloque en reposo.

- a) 24N
b) 28
c) 30
d) 36
e) 48



3. El bloque esta a punto de resbalar, determine el valor de la fuerza de rozamiento. $m = 8 \text{ kg}$.

- a) 40 N
b) 50
c) 64
d) 72
e) 80

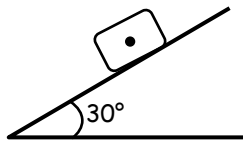


4. Del problema anterior. ¿Cuál será el valor del coeficiente de rozamiento estático?

- a) 1/2 b) 2/3 c) 3/4
d) 4/3 e) 5/4

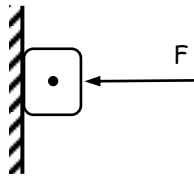
5. El bloque de 100N de peso se encuentra en equilibrio. Hallar la fuerza de rozamiento estático. $\mu_e = 0,6$

- a) 20N
b) 30
c) 40
d) 50
e) 60



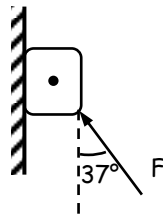
6. Si el bloque se encuentra en reposo ¿cuál será el menor valor de "F" para que el bloque no caiga? $m=8\text{kg}$; $\mu_e = 0,8$; $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 60 N
b) 70
c) 80
d) 90
e) 100



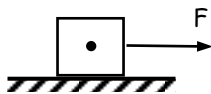
7. Calcular el máximo y mínimo valor de "F" para que el bloque de 350 N se encuentre en equilibrio apoyado sobre una superficie de coeficiente de rozamiento. $\mu_e = 0,75$

- a) 300N y 500N
b) 450N y 750N
c) 500N y 800N
d) 340N y 960N
e) 280N y 1000N



8. Hallar la fuerza "F" para que la caja de 5kg de masa adquiera una aceleración de 2m/s^2 . $\mu_c = 0,2$ y $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 10N
b) 20
c) 25
d) 50
e) 100



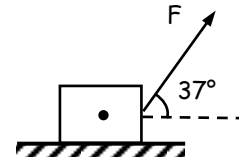
9. Mediante la fuerza $F = 20\text{N}$, el bloque que de 4kg de masa se desplaza con velocidad constante. Calcular el coeficiente de rozamiento cinético.

- a) 0,1
b) 0,2
c) 0,4
d) 0,5
e) 0,8



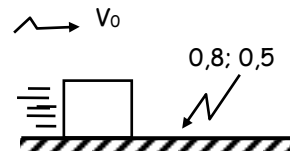
10. Mediante la fuerza $F = 20\text{N}$, el bloque de 38N se desplaza con velocidad constante. Calcular el coeficiente de rozamiento cinético.

- a) 0,12
b) 0,22
c) 0,25
d) 0,32
e) 0,55



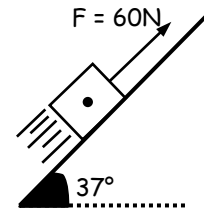
11. Se lanza un bloque de masa m sobre una superficie horizontal con una velocidad inicial de 10 m/s , como se muestra, entonces, el móvil se detendrá luego de:

- a) 1s
b) 2
c) 0,5
d) 4
e) 0,25



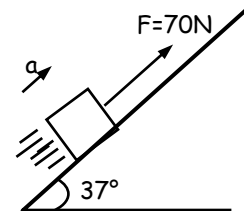
12. El bloque de 5kg se mueve con velocidad constante. Calcular el coeficiente de rozamiento cinético.

- a) 0,5
b) 0,4
c) 0,25
d) 0,2
e) 0,75



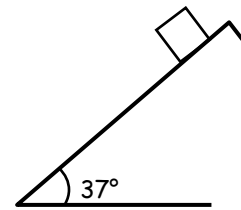
13. El bloque de 5kg se mueve con una aceleración de 4m/s^2 . Calcular el coeficiente de rozamiento cinético.

- a) 0,5
b) 0,4
c) 0,25
d) 0,2
e) 0,75



14. Un pequeño bloque de 2 kg de masa resbala sobre el plano inclinado mostrado. Si parte del reposo y recorre 6m en 2s. La fuerza de rozamiento será: ($g = 10\text{m/s}^2$)

- a) 2 N
b) 4 N
c) 6 N
d) 8 N
e) N.A.



15. El coeficiente de rozamiento entre $m=1\text{kg}$ y $M=4\text{kg}$ es 0,5. ¿Qué valor, como mínimo deberá tener "F" para que "m" no resbale sobre "M" ($g = 10\text{m/s}^2$)

- a) 200N
b) 80
c) 40
d) 20
e) 100

