

Guía de estudio 2° medio

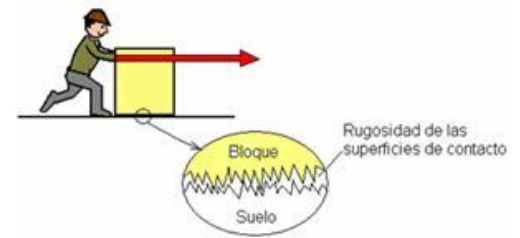
Fuerzas de roce

Una de las fuerzas más presentes en nuestra vida cotidiana (y quizás la más importante) es el roce. Es una interacción que nace desde las imperfecciones de las superficies en contacto y que, según los ingenieros mecánicos, es una fuerza disipativa que genera el desgaste de los sistemas mecánicos. Pero, ¿será tan nociva la fuerza de roce en la naturaleza?.

El roce es, efectivamente, una fuerza disipativa, ya que no conserva la energía. El roce tiene la capacidad de transformar las energías en calor, que no puede acumularse de modo alguno. Debido a esta característica, el roce siempre se opone a los movimientos.

Las fuerzas de roce, matemáticamente, poseen una ecuación general, la cual es $f = \mu N$, donde f es la fuerza de roce, μ es el coeficiente de roce (numero adimensional que cuantifica el nivel de aspereza entre dos superficies en contacto) y N es la normal sobre el cuerpo. Cabe destacar que las fuerzas de roce poseen la misma unidad que cualquier fuerza, que el Newton.

Las fuerzas de roce pueden darse en situaciones que incluyan movimiento o no, tal como el roce que se genera cuando el viento mueve nuestros cabellos (roce con movimiento) o el roce que mantiene una montaña cohesionada (roce sin movimiento). Estos tipos de roce son denominados **roce cinético (con movimiento)** y **roce estático (sin movimiento)**. Nótese que el coeficiente de roce cambia en situaciones con movimiento o sin movimiento, por lo que cada situación posee su nivel de coeficiente de roce asociado. A continuación, se realiza una explicación más acabada de cada tipo de roce:



Coeficientes de rozamiento de algunas sustancias		
Materiales en contacto	μ_c	μ_d
Articulaciones humanas	0,02	0,003
Acero // Hielo	0,03	0,02
Acero // Teflón	0,04	0,04
Teflón // Teflón	0,04	0,04
Hielo // Hielo	0,1	0,03
Esquí (encerado) // Nieve (0°C)	0,1	0,05
Acero // Acero	0,15	0,09
Vidrio // Madera	0,2	0,25
Caucho // Cemento (húmedo)	0,3	0,25
Madera // Cuero	0,5	0,4
Acero // Latón	0,5	0,4
Madera // Madera	0,7	0,4
Madera // Piedra	0,7	0,3
Vidrio // Vidrio	0,9	0,4
Caucho // Cemento (seco)	1	0,8
Cobre // Hierro (fundido)	1,1	0,3

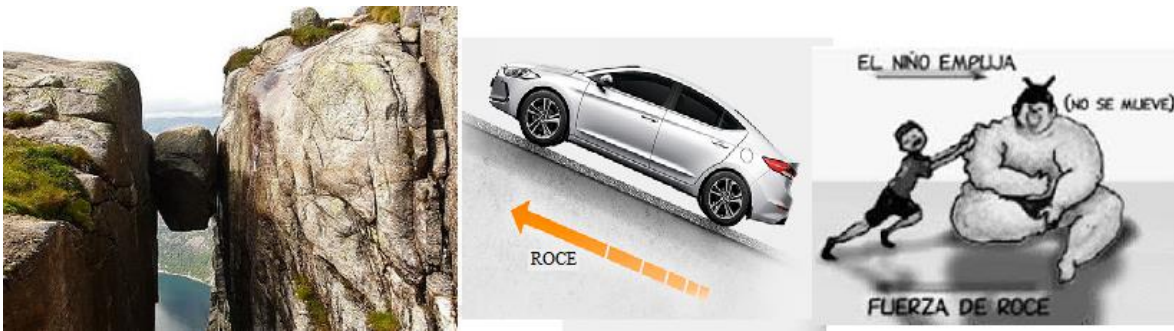
Roce Cinético

Llamado también roce dinámico (o kinetic en inglés), es una fuerza de carácter constante que se manifiesta en situaciones con movimiento. El roce dinámico posee unidades de Newton y su valor (el cual no cambia durante el movimiento) se puede calcular como $f_c = \mu_c N$, donde μ_c corresponde al coeficiente de roce cinético (o μ_d en la tabla). Algunos ejemplos son el roce con el viento, el roce en las llantas de un automóvil o cuando alguien pisa una cascara de plátano y resbala.



Roce estático (Static en inglés)

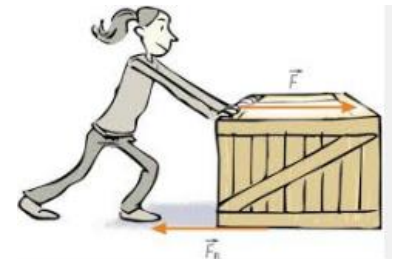
Este tipo de roce es, quizás, una de las fuerzas más importantes de la naturaleza, ya que es la que permite que las estructuras se mantengan en su lugar y que no se desmoronen debido a su propio peso. El roce estático tiene un carácter variable, es decir, que puede aumentar o disminuir su valor, según las condiciones mecánicas del sistema estudiado. **El valor máximo del roce estático** es posible calcularlo como $f_e = \mu_e N$, donde μ_e es el coeficiente de roce estático. Algunos ejemplos de este tipo de roce son el roce que mantiene a las montañas en su forma, el roce de las ruedas que hacen que un automóvil no resbale por una pendiente, el roce en las patas de la silla donde Usted se sienta, etc. Cabe destacar que este roce es SIEMPRE mayor que el roce cinético, ya que los coeficientes de roce estático son siempre mayores en valor que los coeficientes de roce cinético.



Ejemplo:

Una caja de 5[kg] es empujada por una niña, que realiza una fuerza de 20[N], tal como muestra la figura. En esta situación, determine:

- La fuerza de roce estático sobre la caja, en caso de que la caja esté a punto de resbalar, pero NO hay movimiento. ¿Cuál es el valor del coeficiente de roce estático entre las superficies?
- La fuerza de roce cinético, si la caja posee una aceleración de $0,1[m/s^2]$. ¿Cuál es el valor del coeficiente de roce cinético entre las superficies?



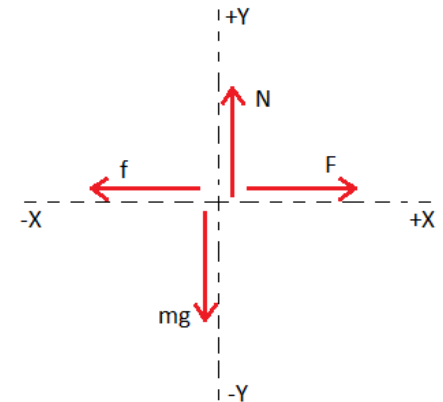
Resolución A: primero que todo, se realiza el diagrama de cuerpo libre correspondiente a la situación. En el caso de que el sistema no se mueva, se aplica la primera ley de Newton, quedando las siguientes ecuaciones:

$$\sum F_y = +N - mg = 0, \quad \sum F_x = +F - f_e = 0$$

En esta situación, se observa que $+F - f_e = 0$, por lo tanto, $F = 20[N] = f_e$.

Para calcular el coeficiente de roce estático, se utiliza la ecuación general de las fuerzas de roce, de modo que $f_e = \mu_e N$, donde $N = mg$, que se obtiene de la suma de las fuerzas verticales. En este caso se puede establecer que

$$\mu_e = \frac{f_e}{N} = \frac{f_e}{mg} = \frac{20[N]}{5[kg] * 10 \left[\frac{m}{s^2} \right]} = 0,4$$



Resolución B: en este caso si hay movimiento. Primero, se realiza el diagrama de cuerpo libre correspondiente a la situación, pero considerando la presencia de movimiento. En este caso de que el sistema, se aplica la segunda ley de Newton en el eje X (con movimiento), mientras que en el eje vertical se sigue considerando la primera ley de Newton (ya que no existe movimiento alguno), quedando las siguientes ecuaciones:

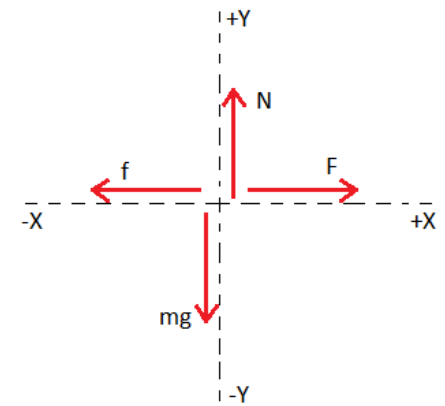
$$\sum F_y = +N - mg = 0, \quad \sum F_x = +F - f_c = m * a$$

*En esta situación, se observa que se sigue dando que $N = mg$, y que $f_c = F - m * a$.*

*Para calcular el coeficiente de roce cinético, se utiliza nuevamente la ecuación general de las fuerzas de roce, teniendo en consideración las condiciones de movimiento, donde $f_c = \mu_c N = F - m * a$, y $N = mg$.*

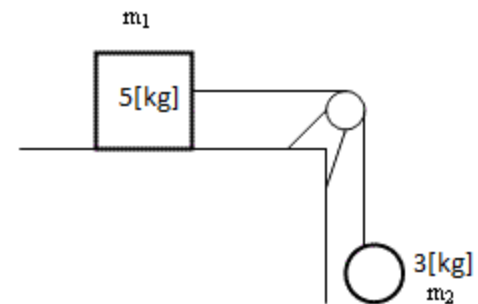
En este caso se puede establecer que

$$\mu_c = \frac{f_c}{N} = \frac{F - m * a}{mg} = \frac{20[N] - 5[kg] * 0,1 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{5[kg] * 10 \left[\frac{m}{s^2} \right]} = 0,39$$



Ahora inténtelo Usted!

Calcule el coeficiente de roce entre m_2 y la superficie, considerando que el sistema no se mueve. Recuerde realizar los DFL de cada situación y establecer las ecuaciones de movimiento, basándose en las leyes de Newton. R: 0,6



Dos masas conectadas por una cuerda. La superficie es rugosa y la polea no presenta fricción.