



**Fricción**

La fuerza de rozamiento es una fuerza de resistencia al movimiento de dos cuerpos en contacto. Un objeto que se encuentra sobre una superficie plana y horizontal está sometido a una reacción normal a la superficie que equilibra su fuerza peso; Al aplicarle una fuerza horizontal creciente en intensidad, el cuerpo está en reposo pues tal fuerza queda equilibrada por una reacción del plano sobre el cuerpo; aumentando la intensidad de dicha fuerza, llega un instante en que el objeto empieza a deslizarse sobre la superficie:

La resistencia de la superficie en este momento es proporcional a la reacción normal siendo  $\mu_s$  el coeficiente de proporcionalidad, también llamado, coeficiente de rozamiento estático.

Si se supone que el movimiento ya está iniciado, se tiene que el rozamiento es también proporcional a la fuerza normal, pero el coeficiente de proporcionalidad  $\mu_k$ , en este caso de rozamiento cinético (dinámico), es menor que el estático. Por tanto el rozamiento en el instante en que se inicia el movimiento es mayor que el valor que alcanza una vez que el movimiento está establecido.

Para mover el mueble, primero hay que vencer la fuerza de roce estática. El roce entre dos superficies en contacto ha sido aprovechado por nuestros antepasados más remotos para hacer fuego frotando maderas.

Algunas características de la fricción:

- La fuerza de roce se opone al movimiento de un bloque que se desliza sobre un plano.



- La fuerza de roce es proporcional a la fuerza normal que ejerce el plano sobre el bloque.
- La fuerza de roce no depende del área aparente de contacto.
- Una vez empezado el movimiento, la fuerza de roce es independiente de la velocidad.



Si alguien quiere desplazar algo que está en el suelo hay que hacer un esfuerzo para sacar del reposo eso que se quiere mover, es la fuerza de roce estática la que se opone. Si un objeto ya está moviéndose sobre el suelo y en contacto con el aire, o sólo en contacto con el aire y no hay fuerzas que lo

empujen, el objeto irremediamente se va a detener: una fuerza de roce hará que se detenga.

La causa de la existencia de esta fuerza es la siguiente: las superficies de los cuerpos, incluso las de los aparentemente lisos, no son lisas; presentan una serie de asperezas que, al apoyar un cuerpo sobre otro, encajan entre sí, oponiendo una resistencia, lo que obliga a la aplicación de una fuerza adicional a la del movimiento para conseguir vencer dicha resistencia.

Por lo tanto, la fuerza efectiva que hará que un objeto se mueva será

$$F_{efectiva} = F_{aplicada} + F_{roce}$$

Es importante aclarar, para evitar cualquier confusión, que lo que se suma como  $F_{roce}$  no es la fuerza de roce misma (la que es de sentido contrario al desplazamiento del objeto), sino una fuerza equivalente para lograr vencer la resistencia que la fuerza de roce estática ejerce sobre dicho objeto.

### **Tipos de fuerza de rozamiento**

Habiendo dos superficies en contacto, un objeto cualquiera sobre el suelo, por ejemplo, siempre habrá fuerza de roce. Esta fuerza de roce se subdivide en tres tipos:

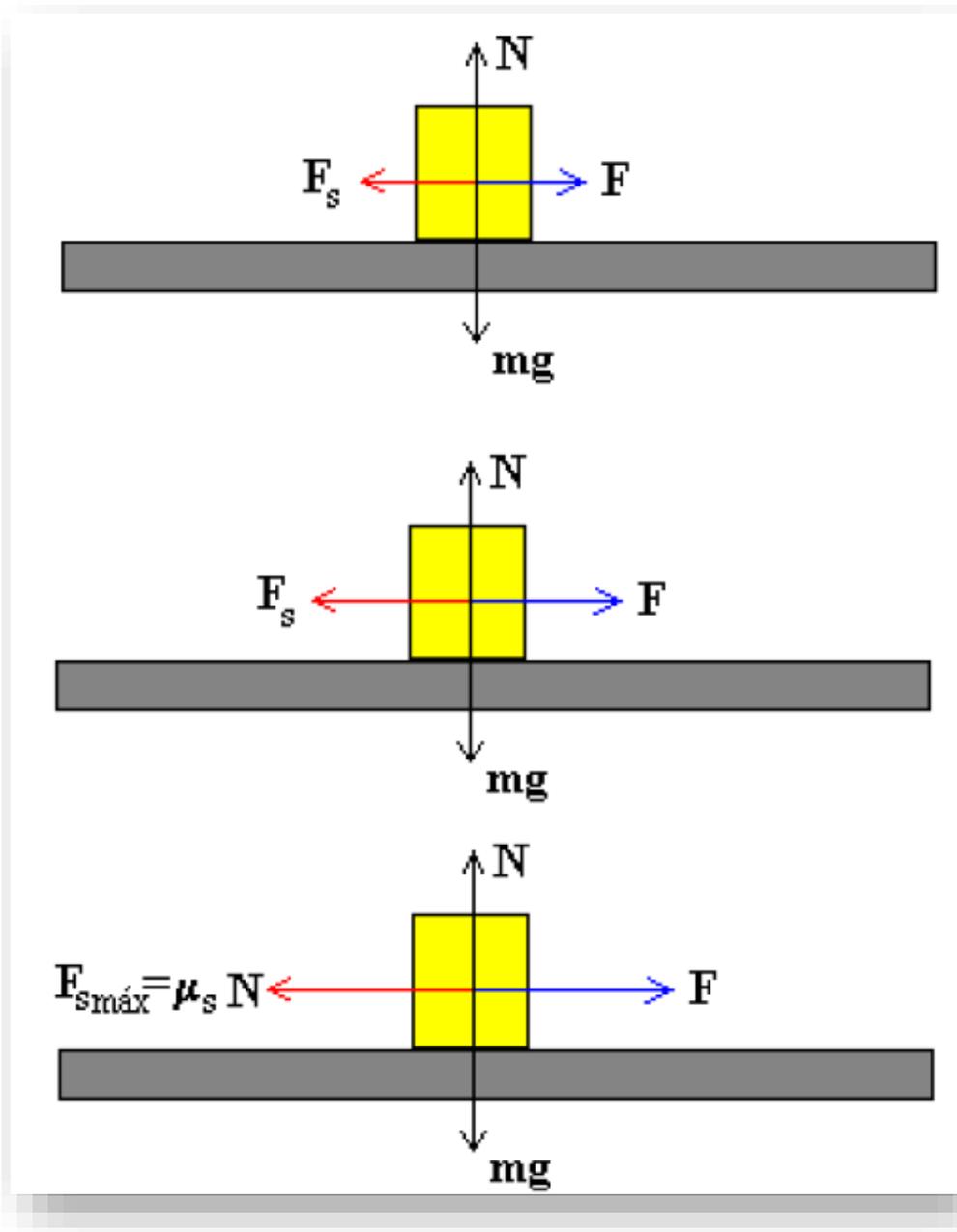
#### **1.) Fuerza de fricción estática**

Es la que se opone a que un objeto inicie un deslizamiento. Depende de la "rugosidad" que hay entre las superficie de contacto entre el objeto y el lugar donde se va a mover. A mayor rugosidad mayor es la fuerza de roce estática, y mayor será el esfuerzo necesario para empezar a mover algo. Es decir, La fuerza de rozamiento estática aparece cuando aplicamos una fuerza a un cuerpo para intentar que deslice. Si la fuerza aplicada está por debajo de determinado valor no se iniciará el deslizamiento, debido a que la fuerza de rozamiento estática equilibra la fuerza aplicada.

Si se aumenta el valor de la fuerza aplicada, aumenta el valor de la fuerza de rozamiento estática y el cuerpo permanece en reposo. Si se sigue aumentando la fuerza llegará un momento que el cuerpo comienza a deslizar. La fuerza de rozamiento estática no puede crecer indefinidamente. Su valor máximo viene dado por la expresión:

$$F_s = \mu_s * F_n$$

En donde  $F_s$  es la fuerza de rozamiento estático,  $\mu_s$  es el coeficiente de fricción estática y  $F_n$  es la fuerza normal generada en el plano horizontal.



## 2.) Fuerza de fricción cinética

Es la que se opone al movimiento de un objeto que ya está en movimiento. Depende, también, de la "rugosidad" que hay entre las superficies de contacto entre el objeto y el lugar donde se está moviendo. A mayor rugosidad mayor es la fuerza de roce

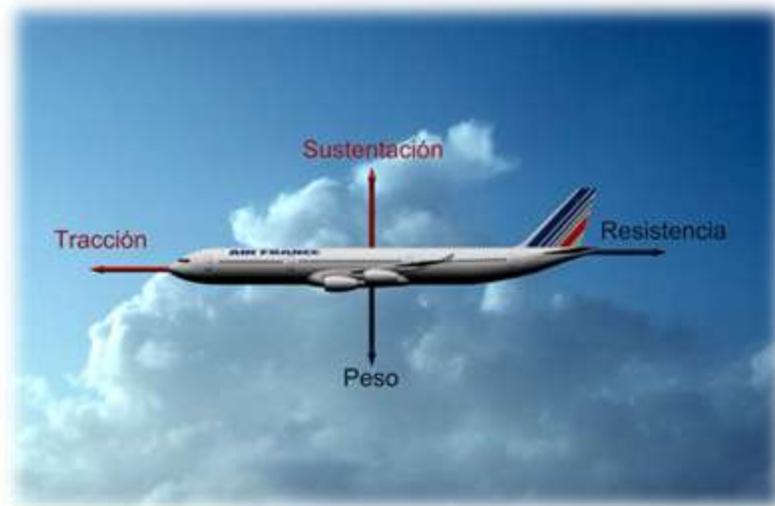
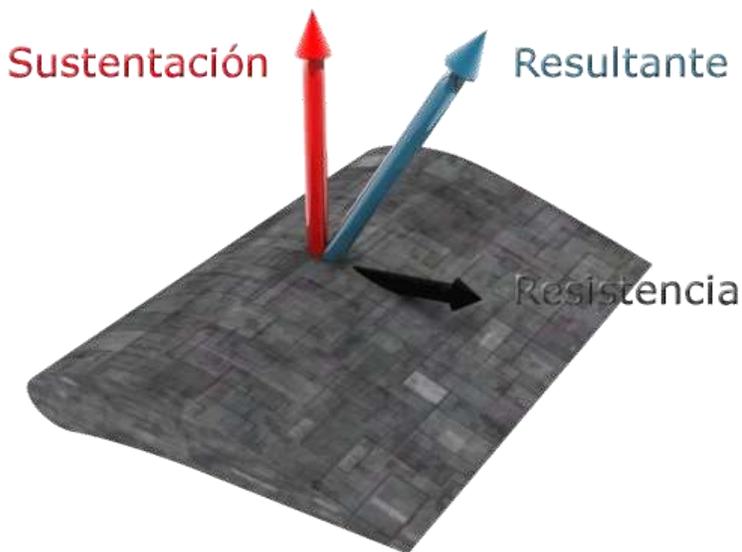
cinética, y mayor será el esfuerzo necesario para mantener el movimiento del objeto. Esta fuerza de roce se manifiesta cuando hay movimiento de deslizamiento entre dos superficies y queda definida con la relación:

$$F_k = \mu_k * F_n$$

### 3.) Fuerza de fricción con el aire

Es la que se opone al movimiento de un objeto que está en movimiento en el aire (fluido). Depende de dos factores; la velocidad del objeto y la forma aerodinámica del objeto.

Se denomina resistencia aerodinámica, a la fuerza que sufre un cuerpo al moverse a través del aire, y en particular a la componente de esa fuerza en la dirección de la velocidad relativa del cuerpo respecto del medio. La resistencia es siempre de sentido opuesto al de dicha velocidad, por lo que habitualmente se dice de ella que, de forma análoga a la de fricción, es la fuerza que se opone al avance de un cuerpo a través del aire.





#### **4.) Fuerza de fricción entre fluidos**

*En general, la fuerza de roce entre las capas de un fluido, incluyendo el aire, recibe el nombre de viscosidad. Así un fluido de mayor viscosidad que otro (aceite versus agua por ejemplo) tiene mayor roce entre las capas del fluido que el otro.*



## **5.) Coeficiente de fricción**

Pensemos en la superficie más lisa que se nos ocurra. Según las experiencias personales la respuesta puede variar desde una cerámica o una baldosa encerada o un trozo de hielo. Una superficie áspera puede ser el cemento, una lija, un rallador o una pared.

En realidad, en estricto rigor, decir que una superficie es lisa o áspera es algo relativo, obedece a una comparación. Escojamos una superficie lisa. Al tacto puede que se sienta muy lisa, pero vista con una lupa aquello que nos parece liso al tacto pasa a ser áspero a la vista.

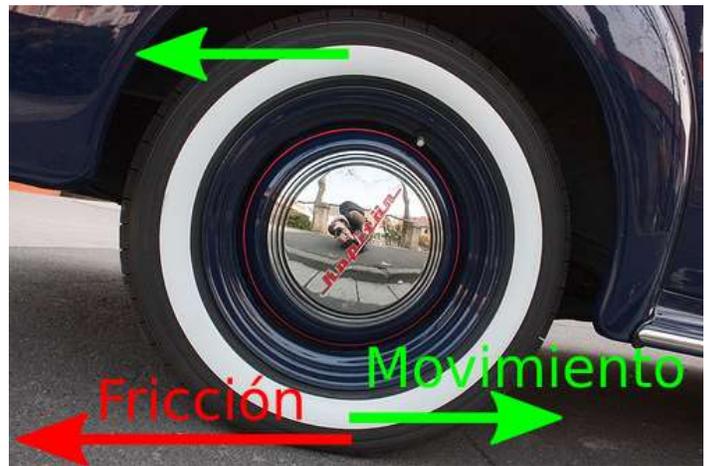
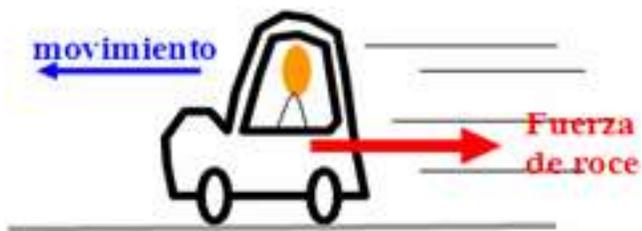
Ahora se puede apreciar que cuando una superficie se desliza por sobre otra, o viceversa, para que se produzca el deslizamiento hay dificultades para el desplazamiento, esa dificultad es la que denominamos “rugosidad” y la rugosidad entre dos superficies en contacto se mide por el “coeficiente de roce”. Cada superficie tiene diferentes rugosidades y por lo tanto distinto coeficiente de fricción estado y cinético.

El coeficiente de roce es un valor numérico que varía entre el valor 0 (sin rugosidad) hasta el valor infinito (máxima rugosidad). Para las mismas condiciones de superficie y objeto que se quiere mover o que está en movimiento de deslizamiento, es mayor la fuerza de roce estática que la cinética.

Esto significa que para empezar a mover un objeto hay que hacer un esfuerzo mayor que para mantenerlo en movimiento deslizante. En un diagrama de fuerzas de un objeto en movimiento, la fuerza de roce cinética o con el aire se representa con una flecha que apunta en sentido contrario al movimiento.

En el caso de un automóvil, al presionar el acelerador el motor ejerce una fuerza hacia delante en una medida igual a la fuerza de roce que se opone a su movimiento, y, en consecuencia, lleva una velocidad constante.

Si la fuerza que proporciona el motor al vehículo es mayor que la fuerza de roce, entonces el vehículo aumentará su velocidad. Si la fuerza que proporciona el motor al vehículo es menor que la fuerza de roce, entonces el vehículo disminuirá su velocidad.



### ***La situación del automóvil es interesante***

Si un automóvil está en movimiento sus ruedas se mueven respecto al suelo, de hecho van en directo contacto con él.

*¿Qué tipo de fuerza de roce afecta al automóvil?*

La de roce con el aire es inevitable ya que parte de su estructura está expuesta al aire, pero también hay contacto con el suelo, entonces

*¿Qué roce lo afecta: cinético o estático?*

La tendencia natural es responder que al automóvil le afecta la fuerza de roce cinética por estar en movimiento, pero nos olvidamos de un detalle que va a hacer cambiar la respuesta natural, la rueda del automóvil no se desliza sobre el suelo, gira sobre él.

Cada punto, de la rueda, que está en contacto con el suelo no se desliza. Por un instante —justo cuando hay contacto con el suelo—; está detenido, por lo tanto le afecta el roce estático que impide que la rueda se deslice, esto finalmente contribuye al efecto de rotación de la rueda y con ello el vehículo avanza. Por lo que se puede concluir que el movimiento de una rueda de automóvil puede encontrarse ambos conceptos, dependiente de la forma en que sea analizado.

En efecto, el roce estático empuja el automóvil hacia delante. El motor “empuja” el suelo hacia atrás, pero como el suelo “está pegado”, éste reacciona sobre el automóvil. Esto se aprecia cuando hay barro, el barro (que sería el suelo suelto o despegado) es empujado y lanzado hacia atrás y al haber deslizamiento no puede moverse el automóvil.

Si un objeto se lanza, a ras de piso, el objeto se deslizará disminuyendo su velocidad hasta que se detiene, pues la fuerza de roce cinético se opone a que el objeto se mueva.

Si pensamos bien, todos los vehículos que se desplazan en el suelo están expuestos a dos tipos de fuerza de roce, a la cinética o estática según sea el tipo de movimiento, y a la fuerza de roce con el aire. Por esta razón es que los vehículos tienen una forma aerodinámica tal que el roce con el aire no sea tan importante, pero no se puede eliminar.



- Aplicando lubricante a las superficies en contacto (aceites y lubricantes).
- Dando una forma aerodinámica, para "romper" el aire (fluido), a los objetos.

Las fuerzas de roce pueden ser útiles o no útiles. Para un paracaidista la fuerza de roce es muy importante. Para un avión, la fuerza de roce es un impedimento.



Si un objeto está en reposo sobre una superficie horizontal. Ninguna fuerza de roce se hace presente mientras no se intente empezar a moverlo. Si un objeto está en reposo sobre una superficie inclinada, la fuerza de roce estática es la que impide que el objeto caiga.

Ahora, si se inclina más la superficie, es posible que el objeto caiga, en este caso una parte del peso del objeto pasa a ser mayor que la fuerza de roce estática que antes mantenía al objeto en reposo. Cuando un objeto roza una superficie, o roza con un fluido, se calienta.

Cuando una nave espacial, o meteoro, ingresa a la atmósfera terrestre se calienta tanto que llega a brillar, eso es debido al roce con el aire. Por esta razón las naves espaciales usan una capa protectora de losetas de cerámica, que resisten altas temperaturas. En el vacío no hay fuerzas de roce con el aire, debido a que no hay aire.



## **Glosario:**

**Coefficiente de fricción:** Expresa la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto.

**Fuerza de fricción cinética:** Es la que se opone al movimiento de un objeto que ya está en movimiento.

**Fuerza de fricción con el aire:** Es la que se opone al movimiento de un objeto que está en movimiento en el aire.

**Fuerza de fricción entre fluidos:** Es la fuerza entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies o a la fuerza que se opone al inicio del deslizamiento.

**Fuerza de fricción estática:** Es la que se opone a que un objeto inicie un deslizamiento.

### **Referencias Bibliográficas:**

<http://es.wikibooks.org/wiki/Física/Estática/Rozamiento>

<http://www.aulafacil.com/curso-fisica-movimiento/curso/Lecc-26.htm>

<https://sites.google.com/site/timesolar/fuerza/friccion>