

# Laboratorio 1

## Turno C

Clase 7

Rozamiento

(22/05/2021)

Rozamiento (fricción)  
Estático  
Dinámico





Ejemplos de fricción en un automóvil de carrera

Tipos de rozamiento  
(o fricción)

Estática

Dinámica

Rodadura

Pivotamiento

Fluido

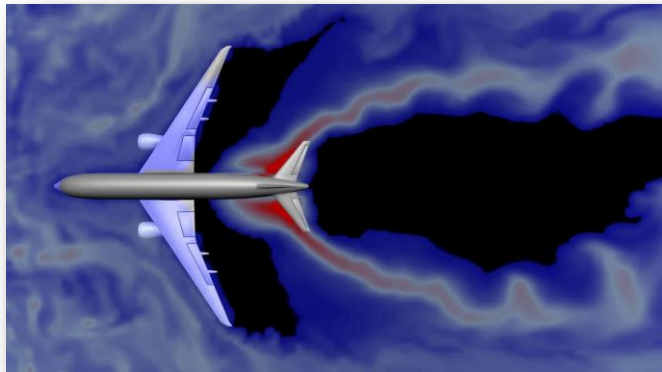
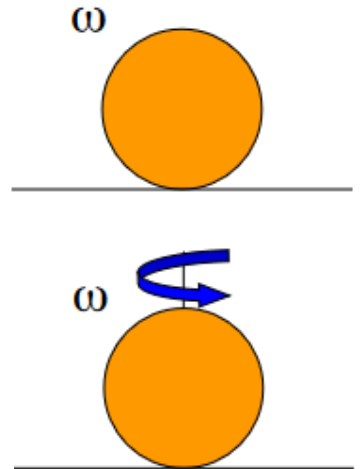
La resistencia que se debe superar para poner en movimiento un cuerpo con respecto a otro que se encuentra en contacto

La resistencia, de magnitud considerada constante, que se opone al movimiento pero una vez que este ya comenzó.

Se presenta cuando un cuerpo rueda sobre una superficie, deformándose uno de ellos o ambos. **No existe deslizamiento.**

El eje de rotación es normal a la superficie en el punto de contacto

En dinámica de los fluidos, es el arrastre entre un objeto **sólido** y un fluido (líquido o gas) en el cual se mueve.



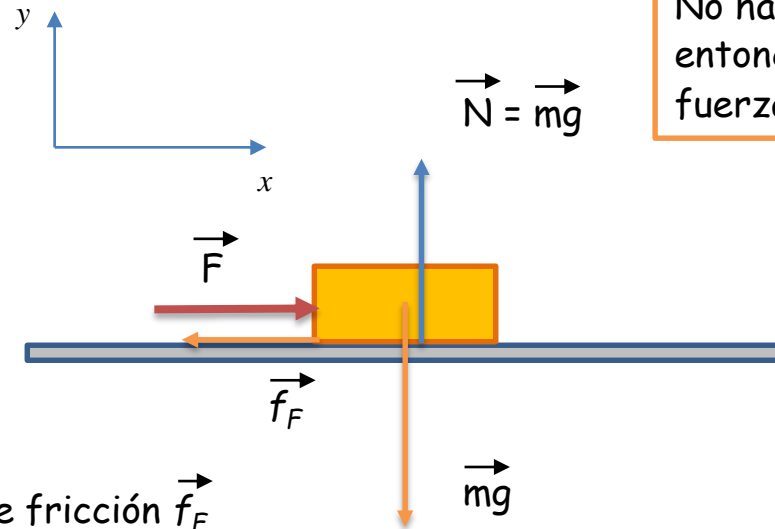
# Rozamiento Estático

Si impulsamos el objeto con una fuerza  $F$ .



Al comienzo el objeto no empieza acelerarse ¿Porqué?

Existe una fuerza de fricción  $f_F$  que se ajusta en dirección contraria a la fuerza externa

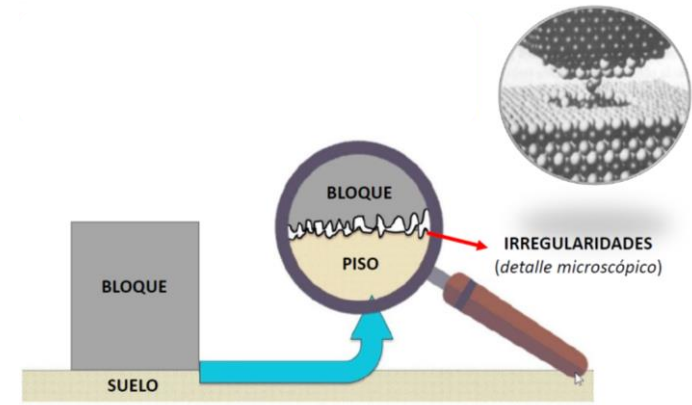


No hay aceleración en la dirección  $y$  (objeto en reposo) entonces existe una fuerza normal  $\vec{N}$  que cancela fuerza debida a la gravedad

Si comienzo a aumentar  $F$  en algún momento el objeto se mueve (se acelera).



La fuerza de fricción  $f_F$  aumenta hasta un valor en el que ya no puede hacerlo más.



$\mu_s > \mu_d$  → Coeficiente de fricción cinético (dinámico) adimensional

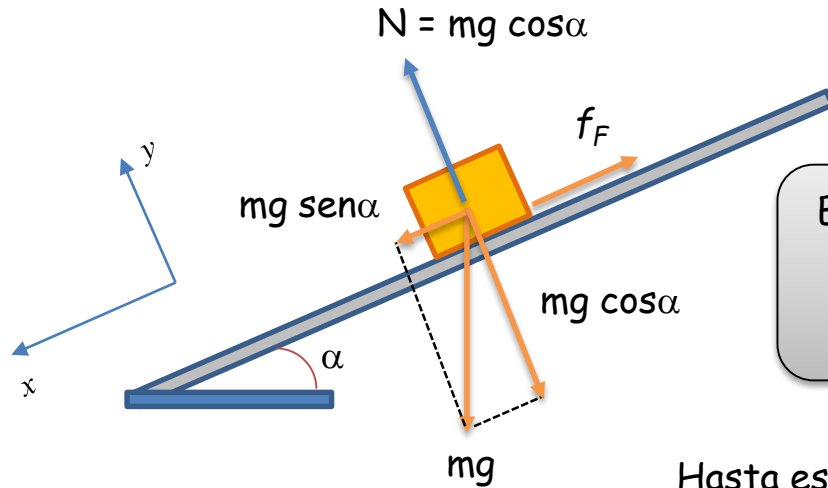
$$f_{Fmax} = \mu_s N$$

experimental

Coeficiente de fricción estático adimensional

## ¿ Cómo evaluar el coeficiente de fricción estático ?

Si se define el sistema cartesiano con el eje  $y$  perpendicular al plano inclinado y el eje  $x$  en la dirección hacia la izquierda



Empiezo a darle mas inclinación a la rampa (crece  $\alpha$ ). En una momento el objeto empieza a deslizarse

Hasta ese momento la aceleración  $\vec{a} = 0$

Aplicamos la 2da ley de Newton  $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

En la dirección  $y$   $\left\{ \begin{array}{l} N - mg \cos \alpha = ma_y \\ \xrightarrow{a_y = 0} N = mg \cos \alpha \end{array} \right.$

En la dirección  $x$   $\left\{ \begin{array}{l} mg \sin \alpha - f_{Fmax} = ma_x \\ mg \sin \alpha - \mu_s N = 0 \\ \xrightarrow{a_x = 0} f_{Fmax} = \mu_s N \\ \cancel{mg \sin \alpha} - \mu_s \cancel{mg \cos \alpha} = 0 \end{array} \right.$

$$\mu_s = \tan \alpha$$

Es bastante no intuitivo que no dependa de la masa

No depende de la superficie de contacto

Depende del material de la superficie del objeto y la del plano donde desliza

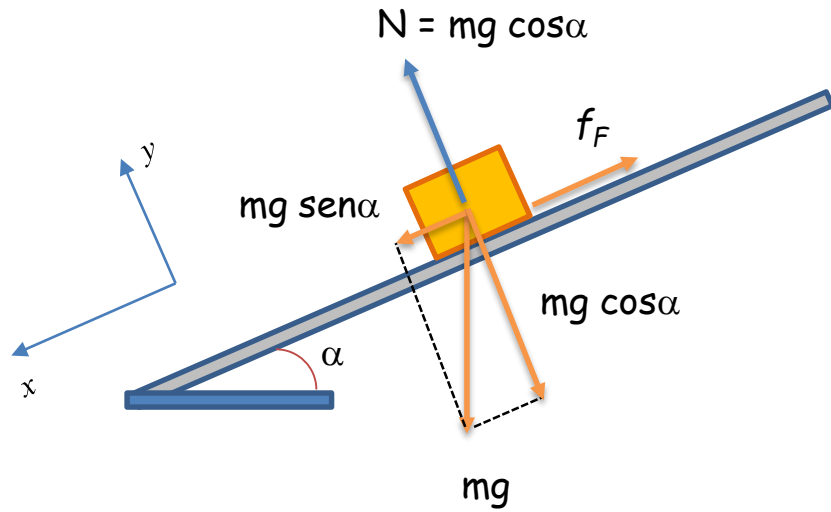


Si el objeto esta en reposo la fuerza de fricción no fue sobrepasada.

# Rozamiento Dinámico

¿Cómo evaluar el coeficiente de fricción dinámico ?

Si el objeto se empieza a mover después de aumentar un cierto ángulo tenemos una aceleración



En este caso la aceleración  $a_x \neq 0$

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

En la dirección x

$$\begin{cases} mg \operatorname{sen} \alpha - f_F = ma_x \\ mg \operatorname{sen} \alpha - \mu_d N = ma_x \\ \cancel{mg \operatorname{sen} \alpha} - \mu_d \cancel{mg \operatorname{cos} \alpha} = \cancel{ma_x} \\ g \operatorname{sen} \alpha - a_x = \mu_d g \operatorname{cos} \alpha \end{cases}$$

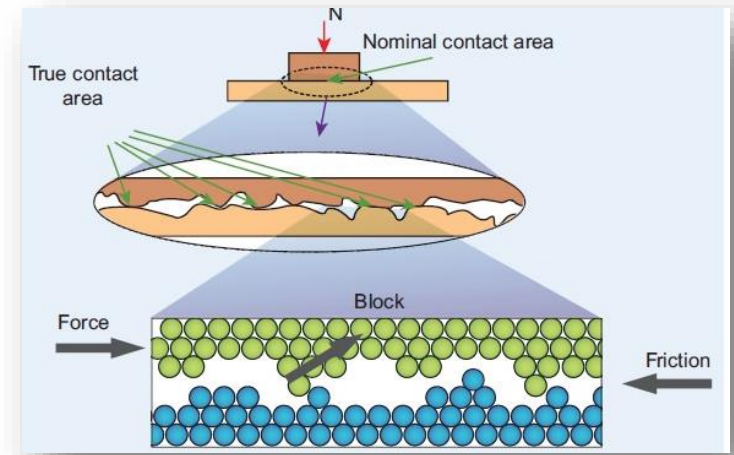
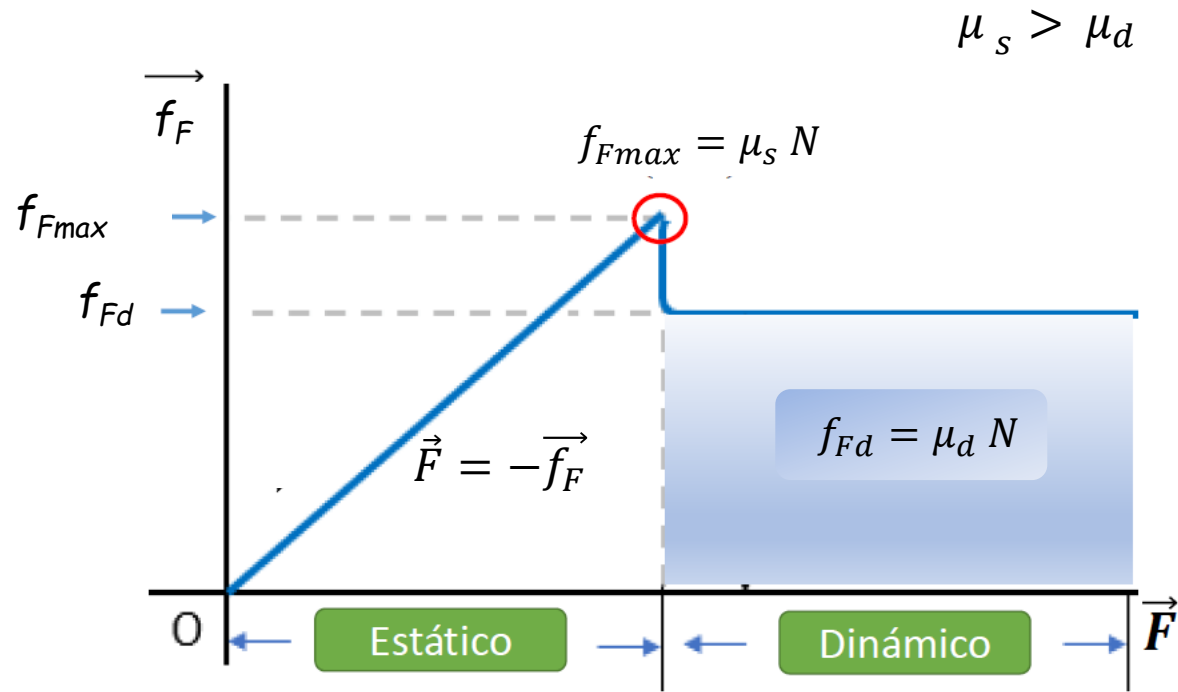
Si recordamos

$$\mu_s = \tan \alpha$$

$$\mu_d = \tan \alpha - \frac{a_x}{g \operatorname{cos} \alpha}$$

$$\mu_d = \frac{g \operatorname{sen} \alpha - a_x}{g \operatorname{cos} \alpha}$$

$$\mu_s > \mu_d$$




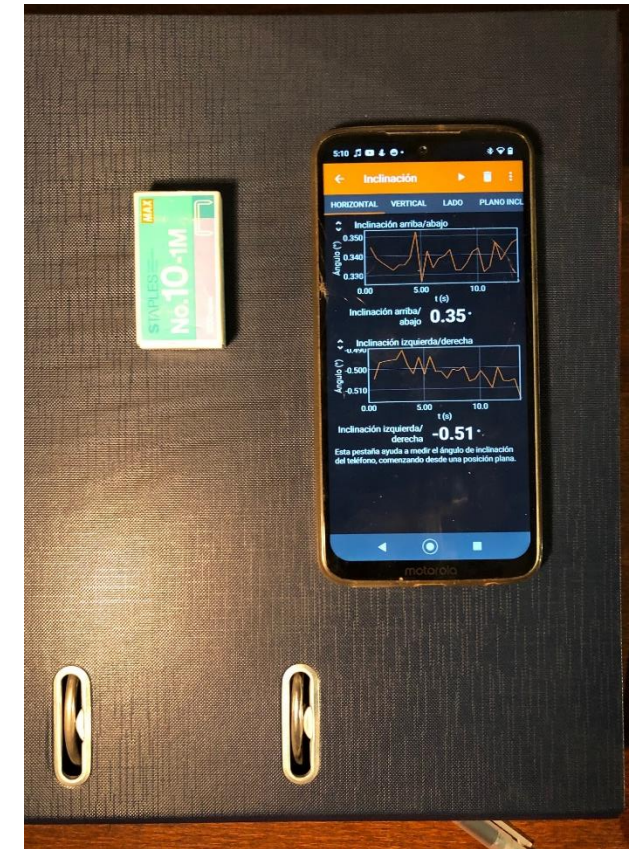
System	Static friction $\mu_s$	Kinetic friction $\mu_k$
Rubber on dry concrete	1.0	0.7
Rubber on wet concrete	0.7	0.5
Wood on wood	0.5	0.3
Waxed wood on wet snow	0.14	0.1
Metal on wood	0.5	0.3
Steel on steel (dry)	0.6	0.3
Steel on steel (oiled)	0.05	0.03
Teflon on steel	0.04	0.04
Bone lubricated by synovial fluid	0.016	0.015
Shoes on wood	0.9	0.7
Shoes on ice	0.1	0.05
Ice on ice	0.1	0.03
Steel on ice	0.4	0.02



## Trabajo Práctico N° 4 - Parte A

A

- Obtener el Coeficiente de rozamiento estático  $\mu_s$
- Se elige un plano inclinado con tres superficies
  - Original
  - Hoja A4
  - Superficie diferente : papel de lija, film de aluminio, etc
- Usar una moneda (es aconsejable la misma para todos lo integrantes del grupo)
- Programa Phyxox en el celular. 
- Puede ser necesario transportador o regla.
- Se utilizará la relación
$$\mu_s = \tan\alpha$$
- Se debe medir el ángulo  $\alpha$  del plano inclinado:
  - Colocar el celular y la moneda sobre el plano a inclinar
  - Medir el ángulo inicial  $\alpha_i$  . Hacer una buena estadística (100 o más datos)
- Inclinar el plano hasta que la moneda empiece a deslizar y medir ese ángulo  $\alpha_f$  .
- Calcular  $\alpha = \alpha_f - \alpha_i$
- Realizar la experiencia varias veces y estimar  $\alpha = \bar{\alpha} \pm \Delta\alpha$  y luego  $\mu_s = \tan\alpha$



## Trabajo Práctico N° 4 - Parte B

B

- Obtener el Coeficiente de rozamiento dinámico  $\mu_d$
- Se elige el mismo plano inclinado con tres superficies
  - Original
  - Hoja A4
  - Superficie diferente : Papel de lija, film de aluminio, etc
- Elegir un plano inclinado donde deslice la moneda y fijarlo
- Medir el ángulo y estimar su error.
- Usar la misma moneda de en la parte A.
- Dejando que la moneda deslice, filmar este movimiento.
- Analizar el video con Tracker.
- Con los datos de la trayectoria en  $x$  en función del tiempo  $t$  encontrar la ecuación de movimiento usando cuadrados mínimos. ¿ Que tipo de movimiento es ?
- Obtener la aceleración de la moneda con su error.
- Repetir 5 veces la experiencia.
- Estimar la aceleración y su error. Los mismo para el ángulo.
- Utilizar 
$$\mu_d = \tan\alpha - \frac{a_x}{g \cos\alpha}$$
- Estimar  $\mu_d$  con su error.



**¿ PREGUNTAS ?**