

Laboratorio 1

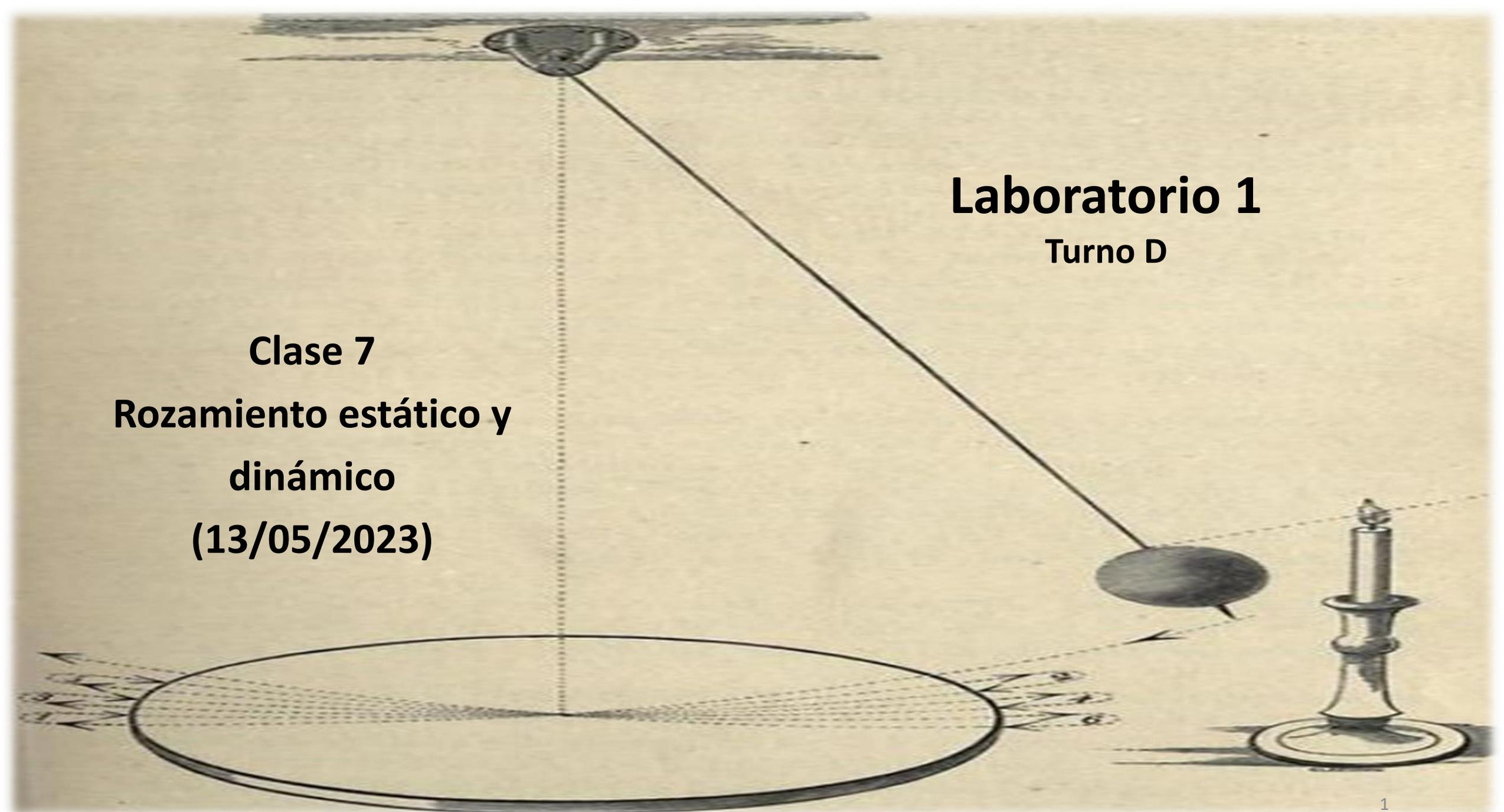
Turno D

Clase 7

Rozamiento estático y

dinámico

(13/05/2023)



Rozamiento (fricción)
Estático
Dinámico



Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.



Ejemplos de fricción en un automóvil de carrera

Tipos de rozamiento
(o fricción)

Estática

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

Dinámica

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

Rodadura

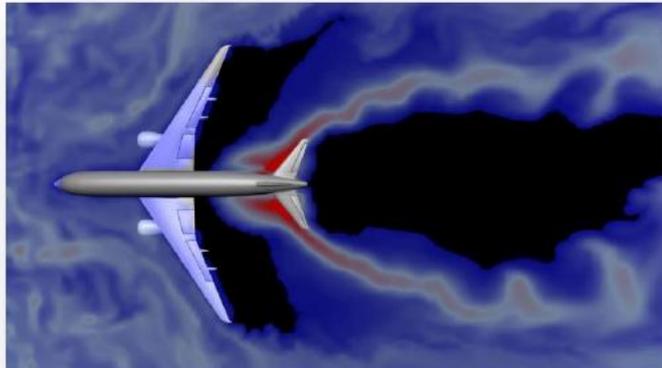
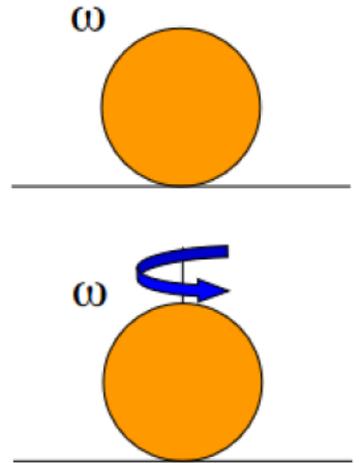
Se presenta cuando un cuerpo rueda sobre una superficie, deformándose uno de ellos o ambos. **No existe deslizamiento.**

Pivotamiento

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

Fluido

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



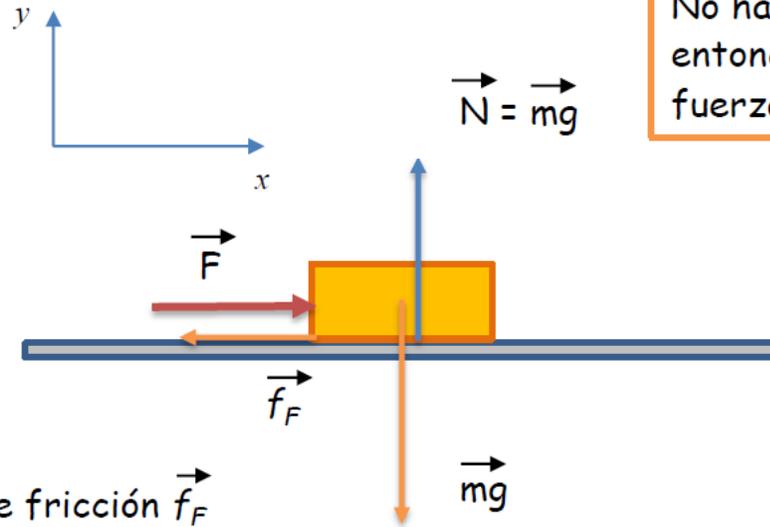
Rozamiento Estático

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

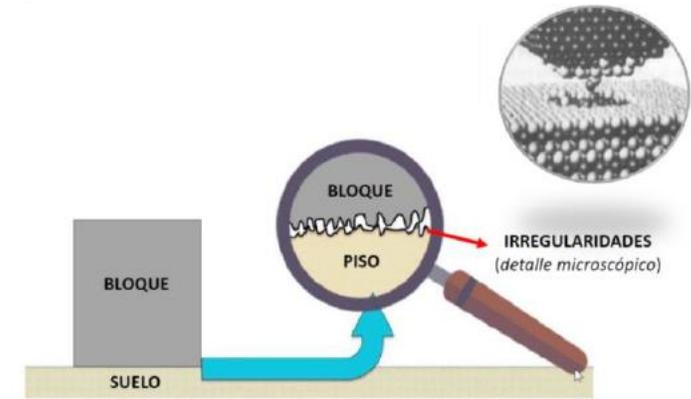


No hay aceleración en la dirección y (objeto en reposo) entonces existe una fuerza normal \vec{N} que cancela fuerza debida a la gravedad

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

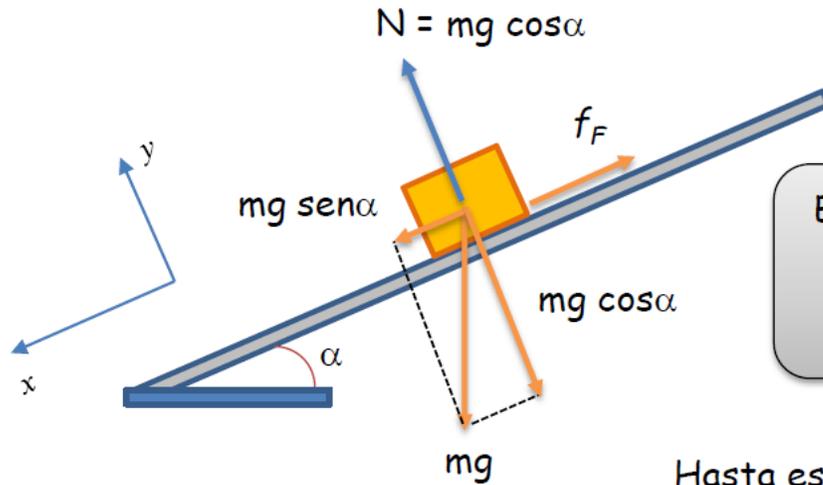
$$f_{Fmax} = \mu_s N$$

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 α). En un 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 $\left\{ \begin{array}{l} N - mg \cos \alpha = ma_y \end{array} \right. \xrightarrow{a_y = 0} N = mg \cos \alpha$

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

$$\mu_s = \tan \alpha$$

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

Activar
Ve a Conf

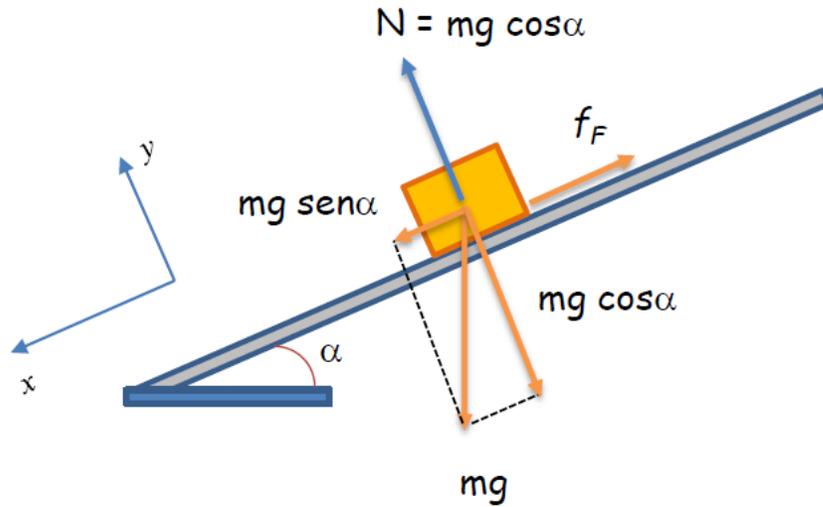


Si el objeto esta en reposo la fuerza de fricción no fue sobrepasada.

Rozamiento Dinámico

¿Cómo evaluar el coeficiente de fricción dinámico ?

Si el objeto se empieza a moverse 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

$$\left\{ \begin{array}{l} mg \operatorname{sen} \alpha - f_F = ma_x \\ mg \operatorname{sen} \alpha - \mu_d N = ma_x \\ \cancel{mg \operatorname{sen} \alpha} - \mu_d \cancel{mg \cos \alpha} = \cancel{ma_x} \\ g \operatorname{sen} \alpha - a_x = \mu_d g \cos \alpha \end{array} \right.$$

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

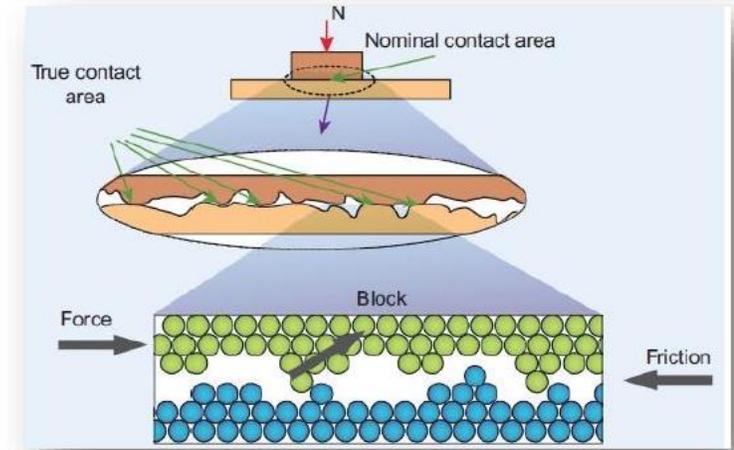
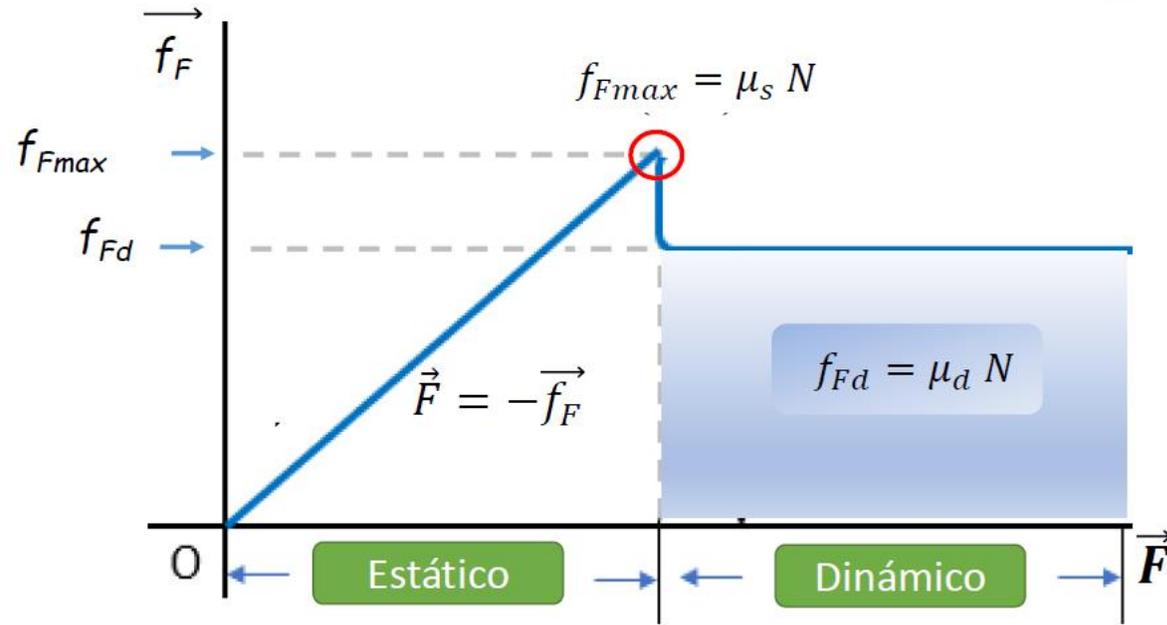
Si recordamos

$$\mu_s = \operatorname{tan} \alpha$$

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

$$\mu_s > \mu_d$$

$$\mu_s > \mu_d$$

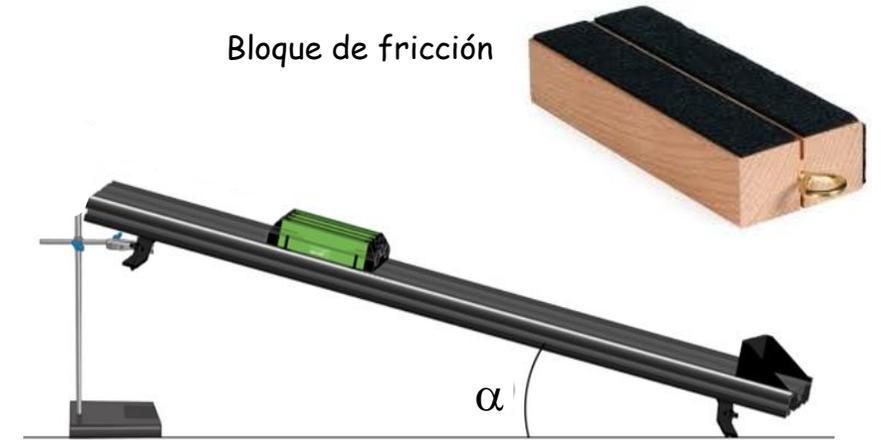


System	Static friction μ_s	Kinetic friction μ_k
Rubber on dry concrete	1.0	0.7
Rubber on wet concrete	0.7	0.5
Wood on wood	0.5	0.3
Waxed wood on wet snow	0.14	0.1
Metal on wood	0.5	0.3
Steel on steel (dry)	0.6	0.3
Steel on steel (oiled)	0.05	0.03
Teflon on steel	0.04	0.04
Bone lubricated by synovial 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 - Rozamiento Estático y Dinámico

Experiencia 1 - Determinación del coeficiente de rozamiento (fricción) estático

- Asegurarse de que la pista esté limpia. Partes sucias en la pista darán lugar a coeficientes de fricción no uniformes. ¿Por qué?
- Pesarse el bloque de fricción y un carrito.
- Coloque un bloque de fricción con la superficie ancha de madera contra la pista. Ubique el transportador Pasco en el riel.
- Comenzando en ángulos pequeños, aumente la inclinación del riel (el ángulo α) hasta que el bloque comience a moverse.
- Registrar el ángulo. (Cuando el bloque que comienza a moverse significa que estamos en el límite superior de la fricción estática).
- Repita esta medida dos veces más (total tres medidas).
- Repita las medidas para el lado angosto de madera, el lado ancho de fieltro y el lado angosto de fieltro.



Superficie	α_c (°)	σ_i (°)	$\overline{\theta\alpha_c}$ (°)	σ (°)	σ_e (°)	σ_T (°)
Madera ancho						
Madera angosta						
Fieltro ancho						
Fieltro angosto						

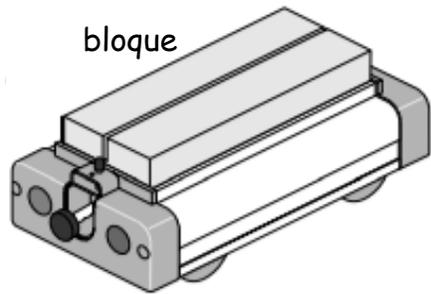
$$\sigma_i = \text{resolución}/2$$

$$\overline{\alpha_c} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \alpha_{c_k}$$

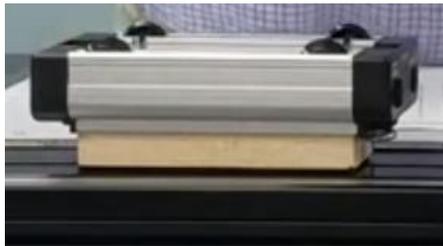
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (\alpha_{c_k} - \overline{\alpha_c})^2}{N - 1}} \quad \sigma_e = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_e^2}$$

- Con los valores obtenidos para cada caso calculamos el coeficiente de fricción estático y su error.
- Elija la configuración ancha del bloque (superficie lisa o fieltro), coloque una masa conocida sobre el bloque de fricción y repita las medidas (tres intentos).



Carrito invertido



- Coloque un segundo bloque de metal para aumentar la masa y tome otro conjunto de medidas

$$\mu_e = \tan(\bar{\theta}_c)$$

$$\sigma_y^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \right)^2 \sigma_{x_i}^2$$

$$\sigma_{\mu_e}^2 = \left(\frac{\partial \mu_e}{\partial \bar{\theta}_c} \right)^2 \bar{\theta}_c^2$$

$$\sigma_{\mu_e}^2 = \left(\frac{\partial \tan(\bar{\theta}_c)}{\partial \bar{\theta}_c} \right)^2 \sigma_{\bar{\theta}_c}^2$$

$$\sigma_{\mu_e} = \sec^2(\bar{\theta}_c) \sigma_{\theta_c} \quad (\sigma_{\theta_c} \text{ en } ^\circ)$$

$$\sigma_{\mu_e} = \sec^2(\bar{\theta}_c) \sigma_{\theta_c} \left(\frac{\pi}{180^\circ} \right)$$

$$\sigma_{\mu_e} = \sec^2(\bar{\theta}_c) \underbrace{\sigma_{\theta_c}}_{(0,0174533)} \quad (\text{en radianes})$$

(en radianes)

$$\sigma_{\mu_e} = \sec^2(\bar{\theta}_c) \underbrace{\sigma_{\theta_c}}_{(0,0174533)}$$

- ¿Observa alguna dependencia del coeficiente de fricción con el área de contacto?
- ¿Observa alguna dependencia con el material?
- ¿Observa alguna diferencia cuando se agrega el bloque pesado encima?

Trabajo Práctico N° 4 - Rozamiento Estático y Dinámico

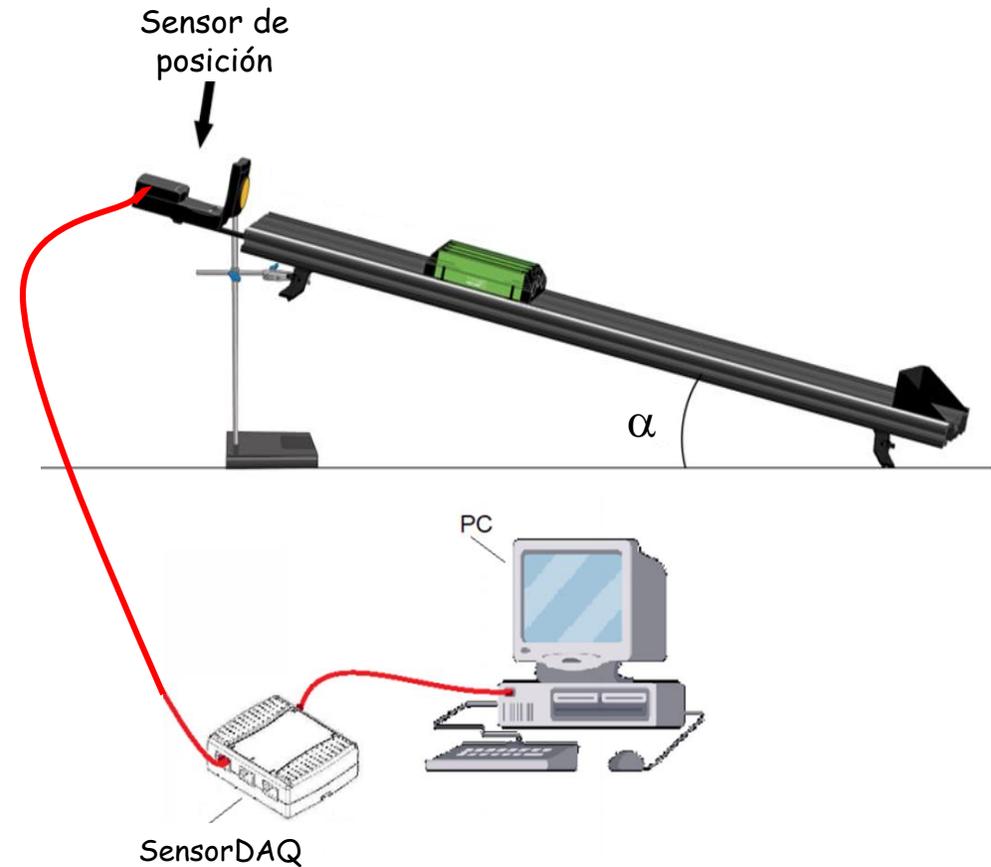
Experiencia 2 - Determinación del coeficiente de rozamiento (fricción) dinámico

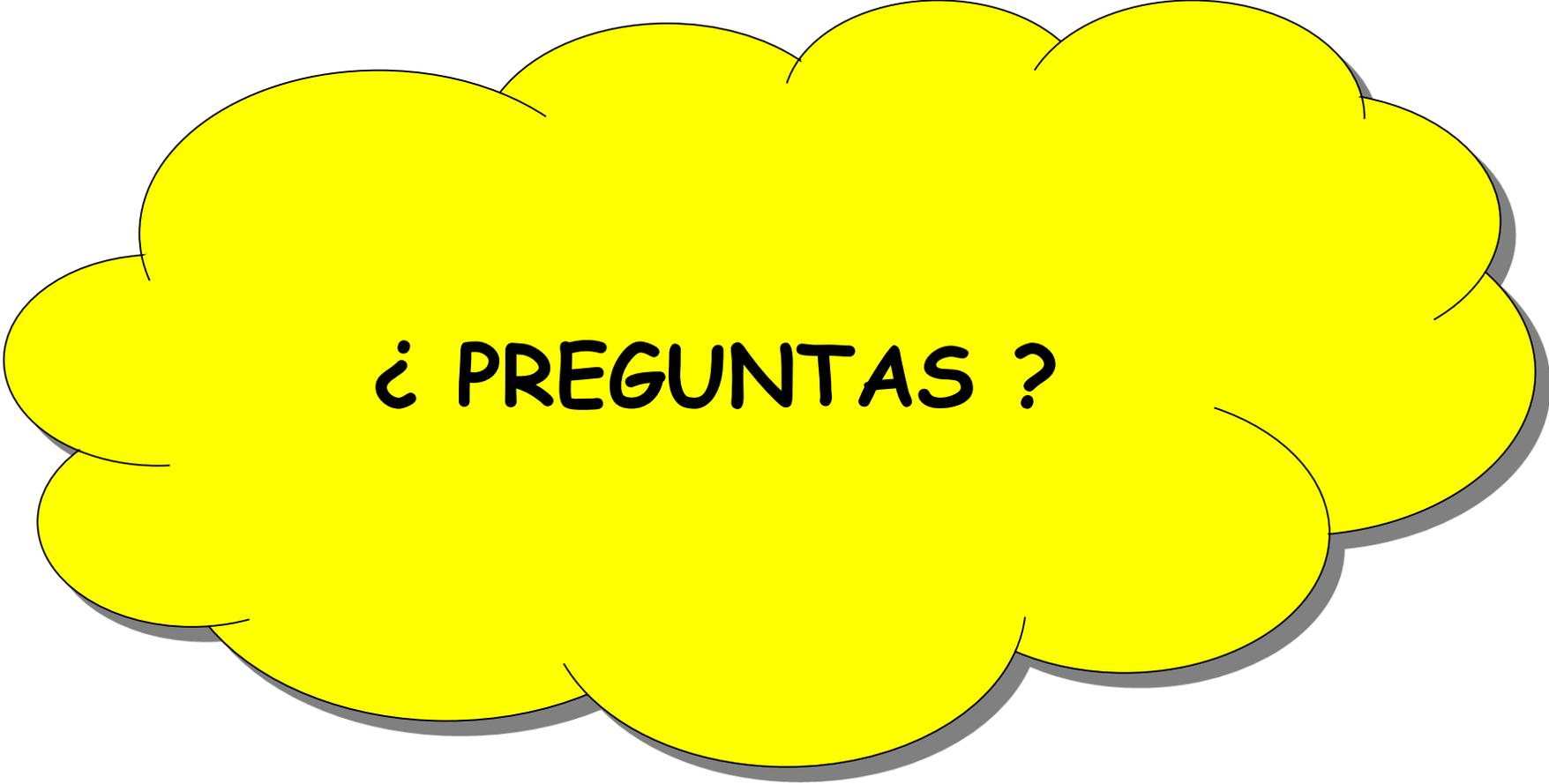
- Coloque el sensor de posición en un extremo del riel. Conéctelo al Sensor DAQ. Ejecute el programa Motion DAQ y calíbrelo.
- Fije un ángulo de inclinación donde el bloque de madera deslice libremente.
- Coloque el bloque (con la superficie de madera sobre el riel) a 20 cm del sensor, suéltelo y registre su movimiento (usando el sistema de adquisición de datos). Repetir la experiencia cuatro veces. Calcule la aceleración en cada caso con su error.
- Repita esta medida con otros 5 ángulos.
- Obtenga el coeficiente de fricción dinámico, μ_d , usando la relación,

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

ajustando por cuadrados mínimos.

- ¿ Como transformaría la ecuación?
- Repita la experiencia con la superficie de fieltro del bloque sobre el riel.





¿ PREGUNTAS ?