



Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

Laboratorio 1

2do Cuatrimestre 2023

**Dinámica. Fuerza de Rozamiento
Coeficientes de Rozamiento**

Lucía Famá, Ariel Kleiman,

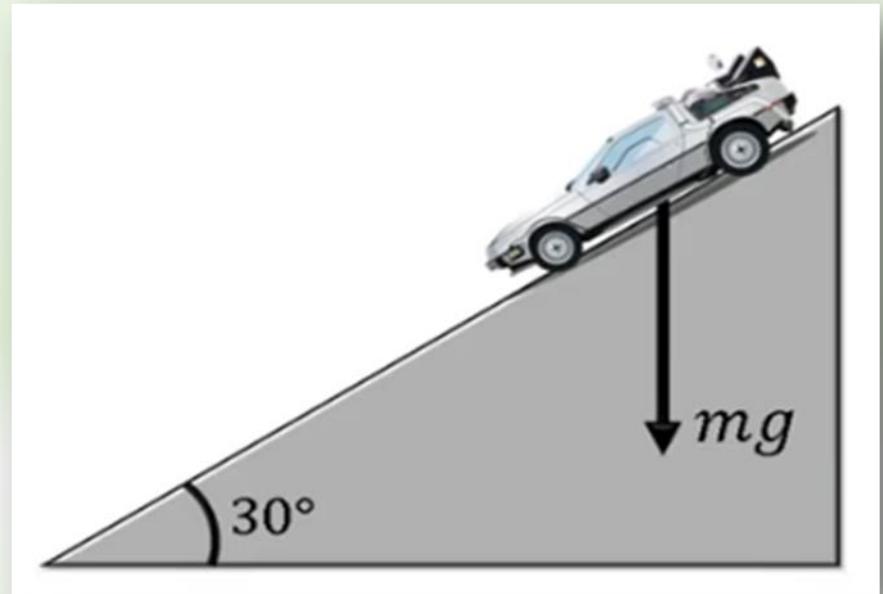
Elizabeth Samaniego Onofre, Aldana Holzmann,

Federico Szmidt

Objetivos de la clase de hoy

Determinar el **coeficiente de rozamiento** que existe **entre dos superficies** en un experimento de **un objeto deslizando sobre un plano inclinado**

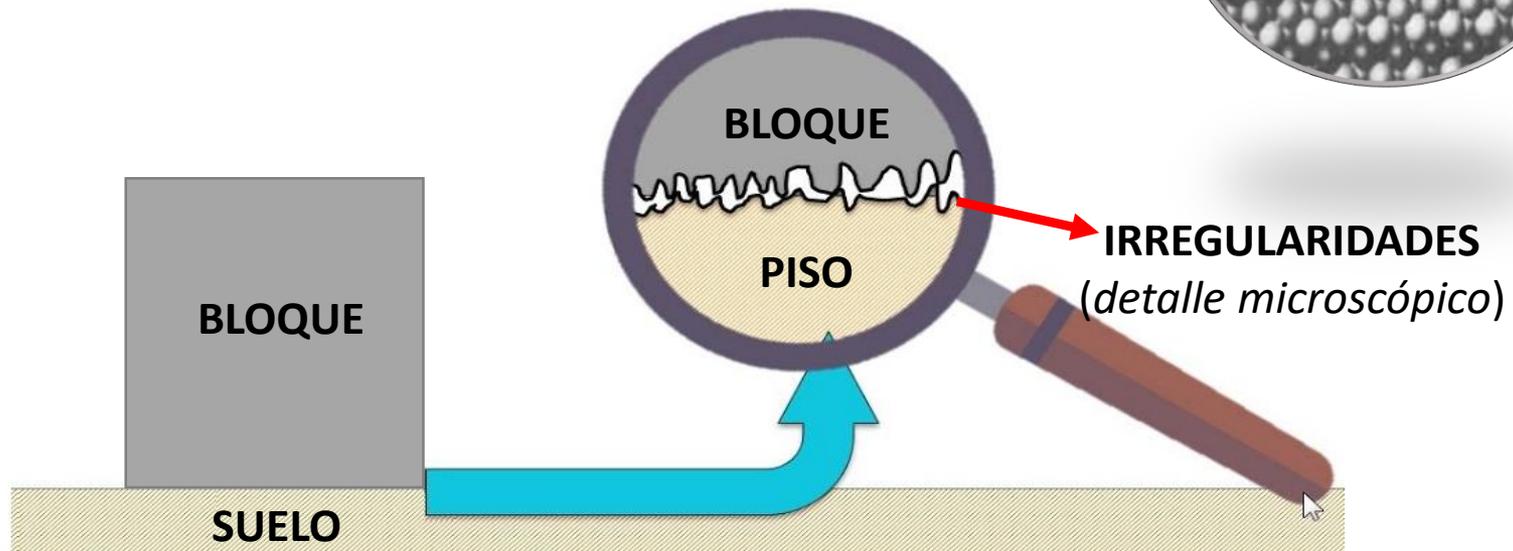
Seguir **PENSANDO**
en forma
experimental



Fuerza de rozamiento

Aparece debido a la formación de enlaces moleculares entre dos superficies en contacto

No depende del área de contacto, sino de la naturaleza de sus materiales



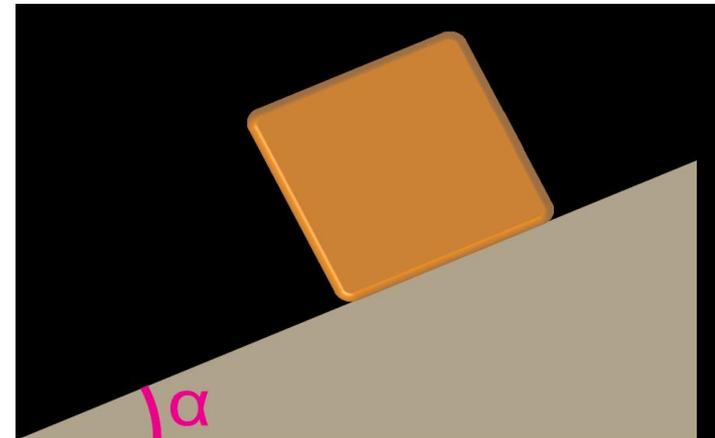
-M. Alonso y E. Finn (1971). *Física Vol. 1 Mecánica*.

-R. Feynman (1972). *Física Vol. 1 Mecánica, radiación y calor*.

DETERMINAR EL **COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE DOS SUPERFICIES** EN UN EXPERIMENTO DE UN OBJETO DESLAZÁNDOSE **EN UN PLANO INCLINADO**

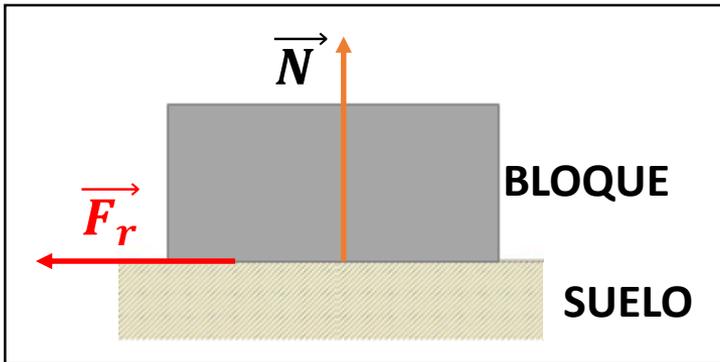
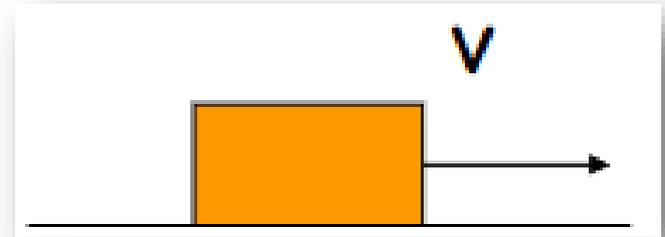
¿Cómo puedo idear una estrategia?

- 1- Física básica: **BUSCO Leyes Físicas** que contengan μ y se adapten al experimento
- 2- Equipamiento/Instrumental: **BUSCO** qué **Ley Física** podría reproducir en el **Laboratorio**
- 3- Método: **BUSCO** el **método** para llevar a cabo el **experimento**



Fuerza de rozamiento por deslizamiento

Cuando en los puntos de contacto existe una velocidad tangencial respecto del otro cuerpo



μ → Coeficiente de rozamiento
 N → Módulo de la fuerza normal

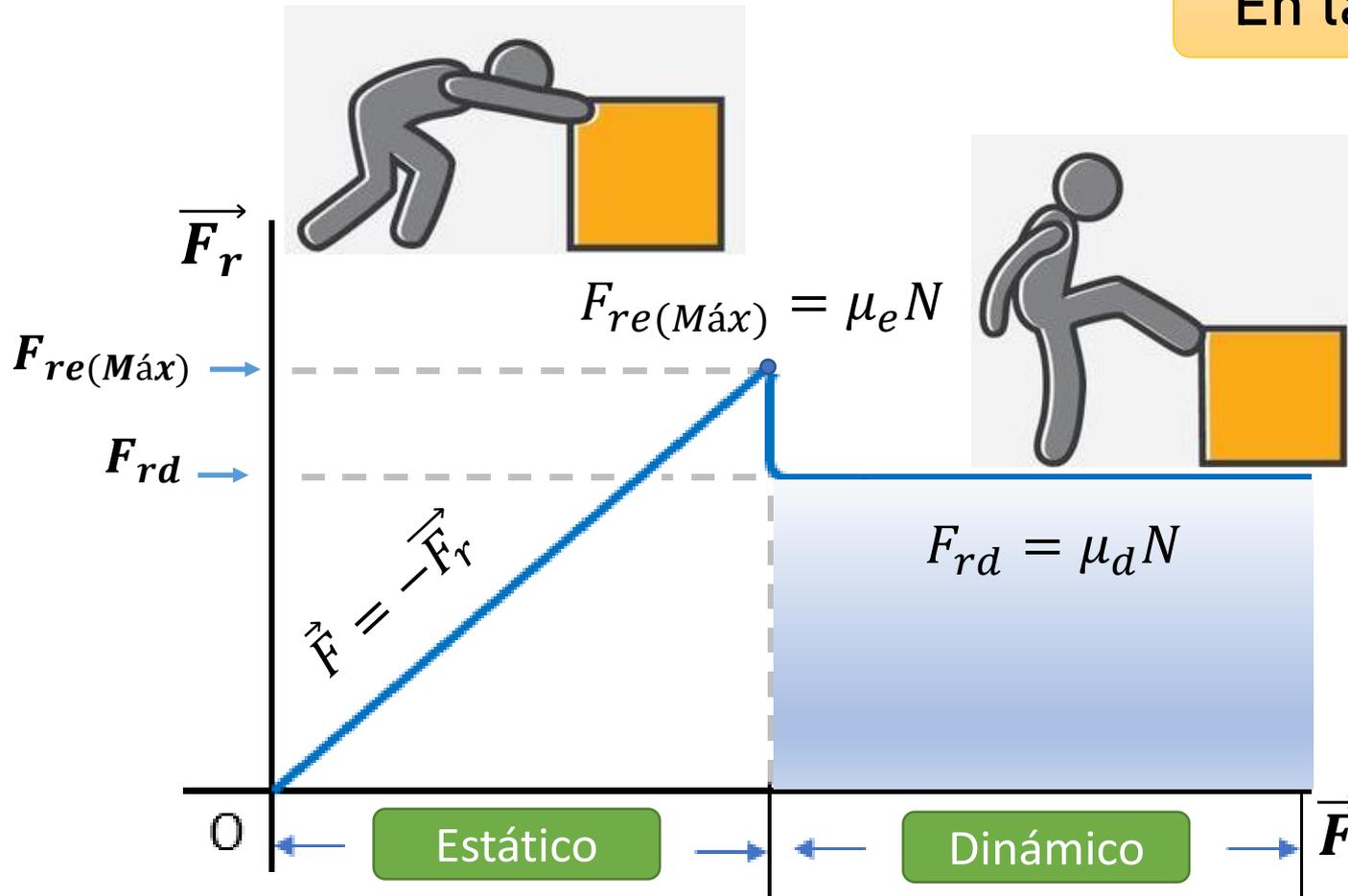
**Módulo de la Fuerza
de rozamiento**

$$F_r = \mu N$$

Fuerza de rozamiento

A partir de las características de F_r en el caso estático y dinámico, es posible inferir que:

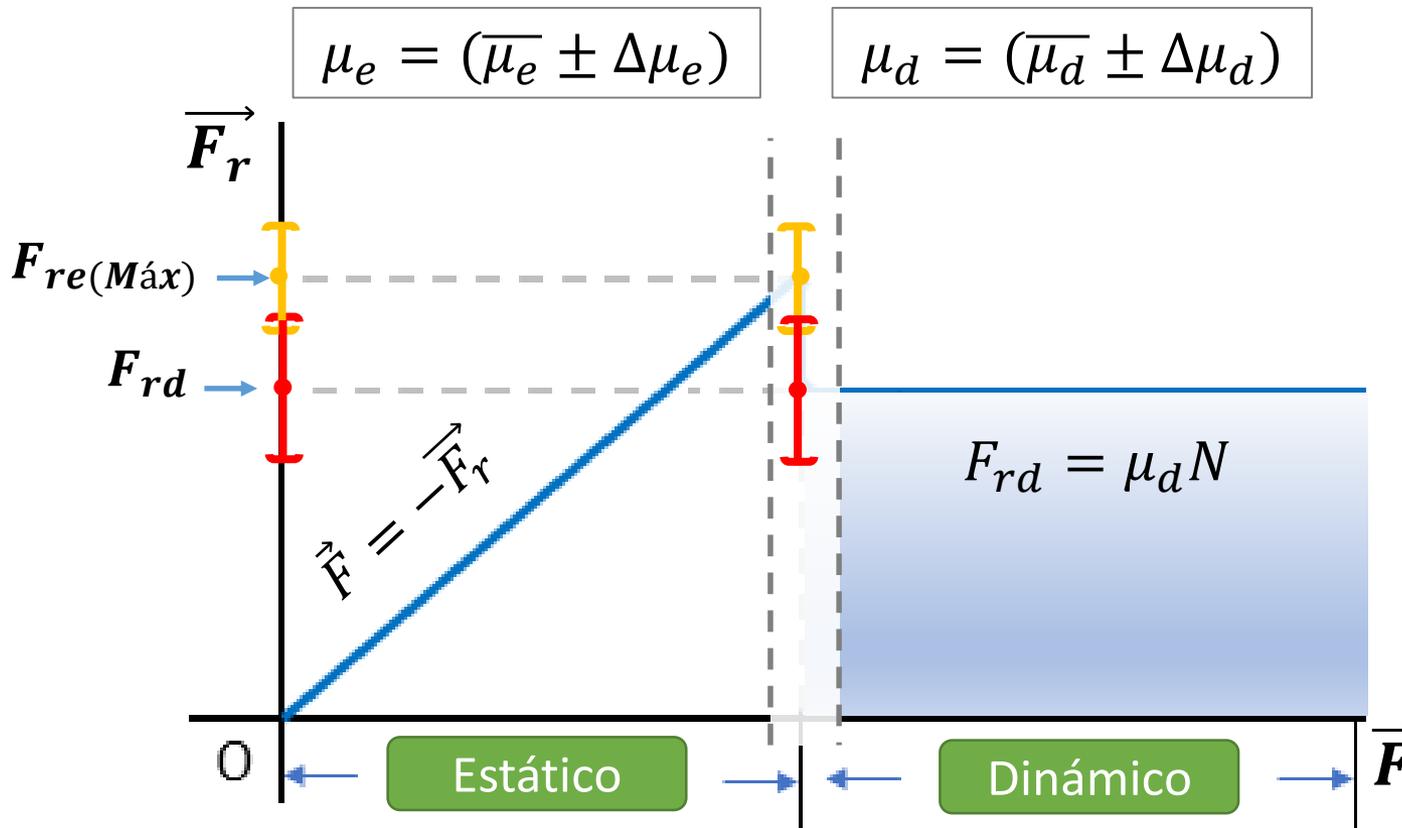
En la Teoría!!



Fuerza de rozamiento

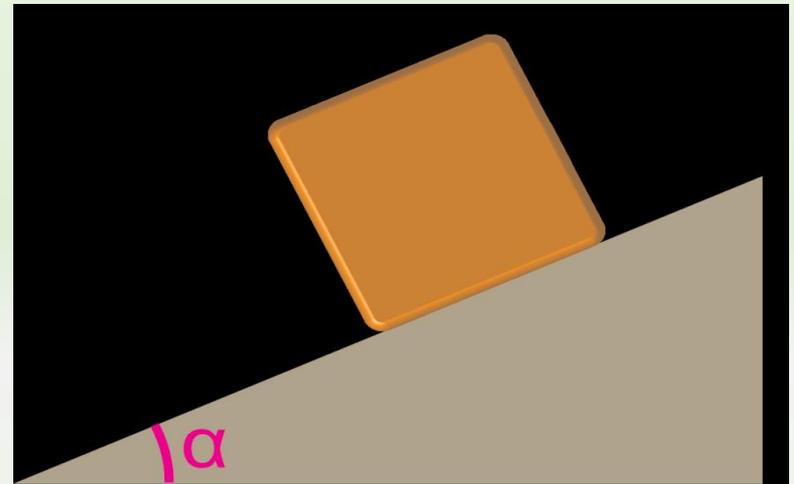
A partir de las características de F_r en el caso estático y dinámico, es posible inferir que:

En el Labo!!



DETERMINAR EL **COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE DOS SUPERFICIES** EN UN EXPERIMENTO DE UN OBJETO DESLAZÁNDOSE **EN UN PLANO INCLINADO**

- A) COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ESTÁTICO (μ_e)
- B) COEFICIENTE DE ROZAMIENTO DINÁMICO (μ_d)



DETERMINAR EL **COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE DOS SUPERFICIES** EN UN EXPERIMENTO DE UN OBJETO DESLAZÁNDOSE **EN UN PLANO INCLINADO**

¿Cómo puedo idear una estrategia?

- 1- **Física básica:** **BUSCO Leyes Físicas** que contengan μ y se adapten al experimento
- 2- **Equipamiento/Instrumental:** **BUSCO** qué **Ley Física** podría reproducir en el **Laboratorio**
- 3- **Método:** **BUSCO** el **método** para llevar a cabo el **experimento**

Repasemos la 2ª Ley de Newton!!

2ª Ley de Newton: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$F_r = \mu N \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{y}: N - P_y = ma_y \quad \rightarrow \quad a_y = 0 \quad \rightarrow \quad N = P_y \\ \hat{x}: P_x - F_r = ma_x \end{array} \right.$$

$$N = mg \cos \alpha \quad (2)$$

$$P_y = mg \cos \alpha, \quad P_x = mg \operatorname{sen} \alpha$$

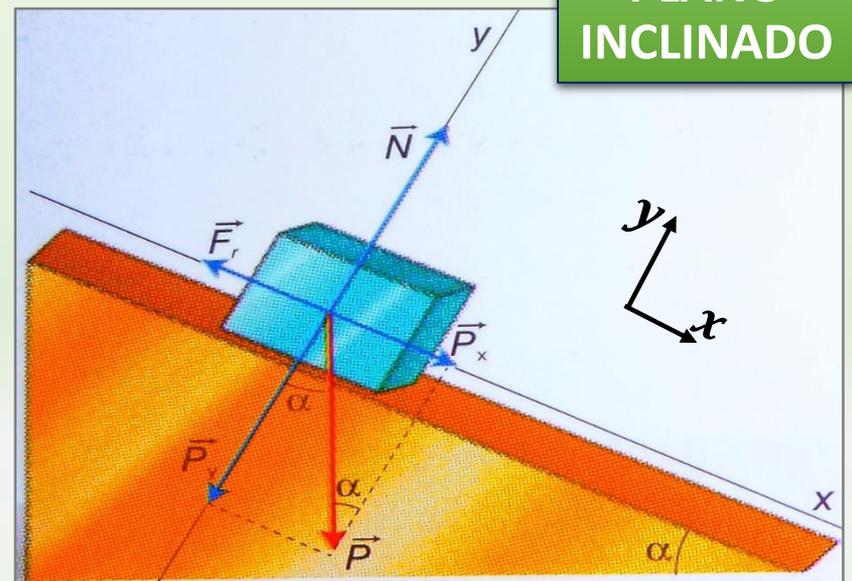
$$\hat{x}: F_r = mg \operatorname{sen} \alpha - ma_x \quad (3)$$

$$a_x = 0$$

$$a_x \neq 0$$

ESTÁTICO

DINÁMICO



1- Caso Estático

$$F_r = \mu N \quad (1)$$

$$N = mg \cos\alpha \quad (2)$$

$$F_r = mg \operatorname{sen}\alpha - ma_x \quad (3)$$

$$a_x = 0$$

ESTÁTICO



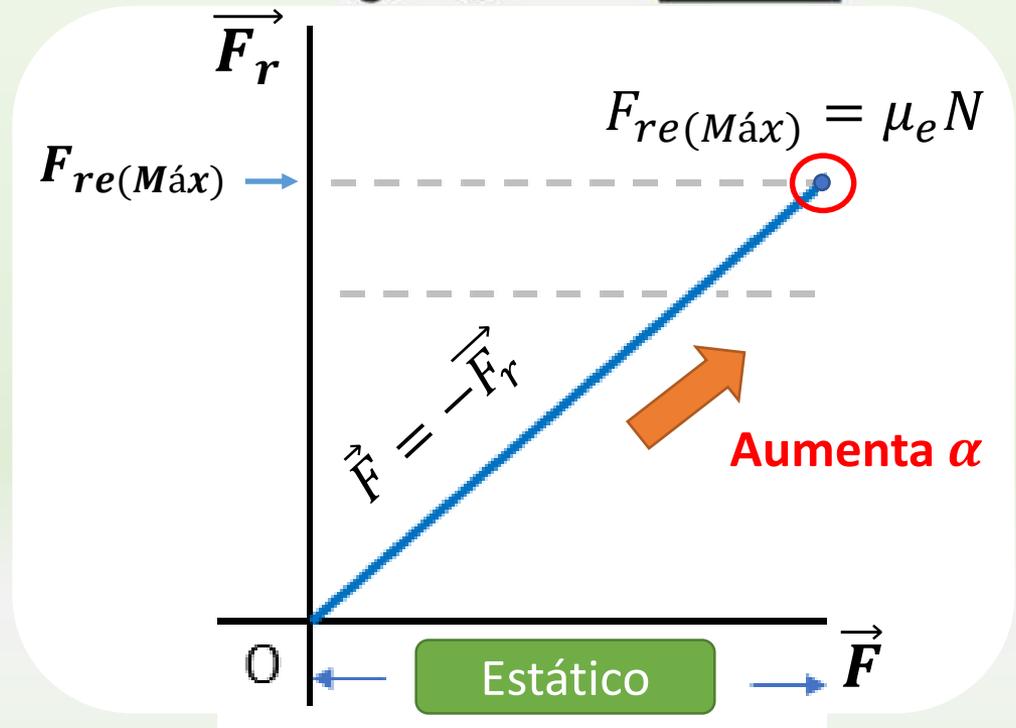
$$F_r = mg \operatorname{sen}\alpha$$

$$\mu N = mg \operatorname{sen}\alpha$$

$$\mu \cancel{mg \cos\alpha} = \cancel{mg \operatorname{sen}\alpha}$$

$$\mu_e = \frac{\operatorname{sen}\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\mu_e = \tan\alpha$$



2- Caso Dinámico

$$F_r = \mu N \quad (1)$$

$$N = mg \cos\alpha \quad (2)$$

$$F_r = mg \operatorname{sen}\alpha - ma_x \quad (3)$$

$$a_x \neq 0$$

DINÁMICO



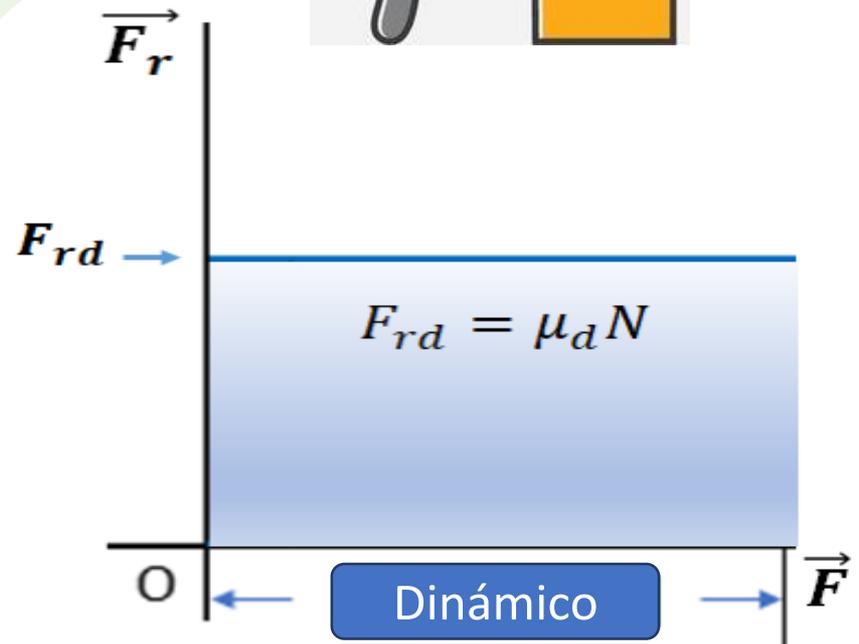
$$F_r = mg \operatorname{sen}\alpha - ma_x$$

$$\mu N = mg \operatorname{sen}\alpha - ma_x$$

$$\cancel{\mu} \cancel{mg} \cos\alpha = \cancel{mg} \operatorname{sen}\alpha - \cancel{m} a_x$$

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

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



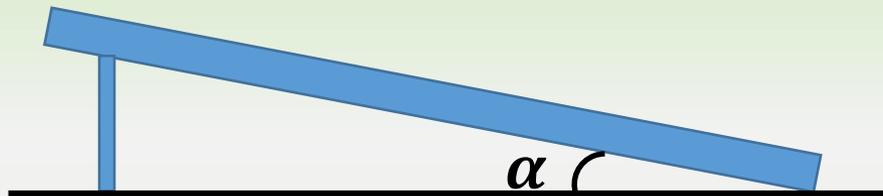
DETERMINAR EL **COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE DOS SUPERFICIES** EN UN EXPERIMENTO DE UN OBJETO DESLAZÁNDOSE **EN UN PLANO INCLINADO**

A) COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ESTÁTICO (μ_e)

$$\mu_e = \tan \alpha_1 \rightarrow \alpha_1: \text{Ángulo máximo antes de deslizar}$$

¿Cómo determinaremos α ?

¿ $\Delta\alpha$?



DETERMINAR EL **COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE DOS SUPERFICIES** EN UN EXPERIMENTO DE UN OBJETO DESLAZÁNDOSE **EN UN PLANO INCLINADO**

A) COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ESTÁTICO (μ_e)

$$\mu_e = \tan \alpha_1 \rightarrow \alpha_1: \text{Ángulo máximo antes de deslizar}$$

- Realice 6 veces el experimento (**6 valores de α_1**). Calcule P (*Tabla de la Clase 2*)
¿Debería seguir midiendo?
- Independientemente del resultado de P, repita el experimento hasta tener **20 valores de α_1** . Realice un histograma y reporte el resultado de α_1 en grados

USAR 2 SISTEMAS:

- METAL-PAÑO
- METAL-GOMA

¿ $\Delta\alpha_1$?

DETERMINAR EL **COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE DOS SUPERFICIES** EN UN EXPERIMENTO DE UN OBJETO DESLAZÁNDOSE **EN UN PLANO INCLINADO**

A) COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ESTÁTICO (μ_e)

$$\mu_e = \tan \alpha_1 \rightarrow \alpha_1: \text{Ángulo máximo antes de deslizar}$$

- Obtenga μ_e de cada sistema utilizando el valor de α_1 en cada caso

$\dot{\Delta}\mu_e?$

Para el cálculo de μ_e y $\Delta\mu_e$ usar $\bar{\alpha}$ y $\Delta\alpha$ en **RADIANES!!**

DETERMINAR EL **COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE DOS SUPERFICIES** EN UN EXPERIMENTO DE UN OBJETO DESLAZÁNDOSE **EN UN PLANO INCLINADO**

B) COEFICIENTE DE ROZAMIENTO DINÁMICO (μ_d)

$$\mu_d = \tan\alpha_2 - \frac{a_x}{g \cos\alpha_2}$$

a_x : Aceleración del objeto

α_2 : Ángulo donde desliza

g tabulado

¿Cómo determinaremos a_x ?

a : Sensor de movimiento



DETERMINAR EL **COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE DOS SUPERFICIES** EN UN EXPERIMENTO DE UN OBJETO DESLAZÁNDOSE **EN UN PLANO INCLINADO**

B) COEFICIENTE DE ROZAMIENTO DINÁMICO (μ_d)

$$\mu_d = \tan\alpha_2 - \frac{a_x}{g \cos\alpha_2}$$

a_x : Aceleración del objeto
 α_2 : Ángulo donde desliza
 g tabulado

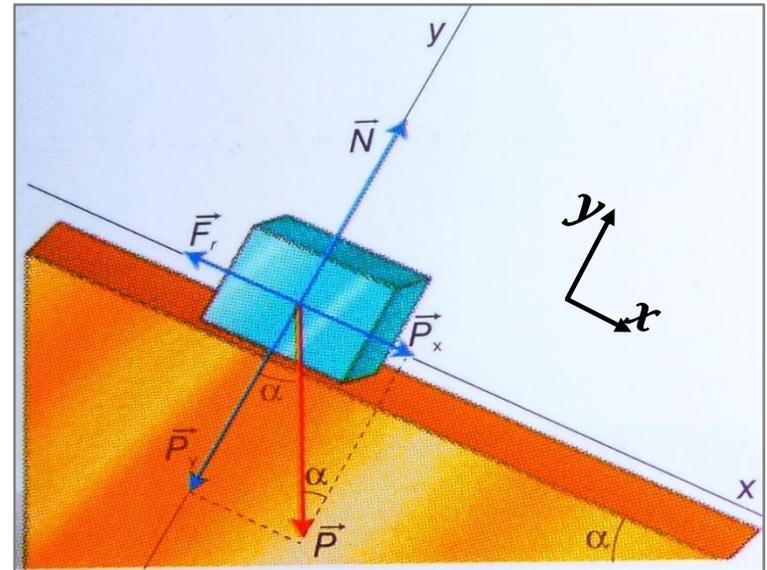
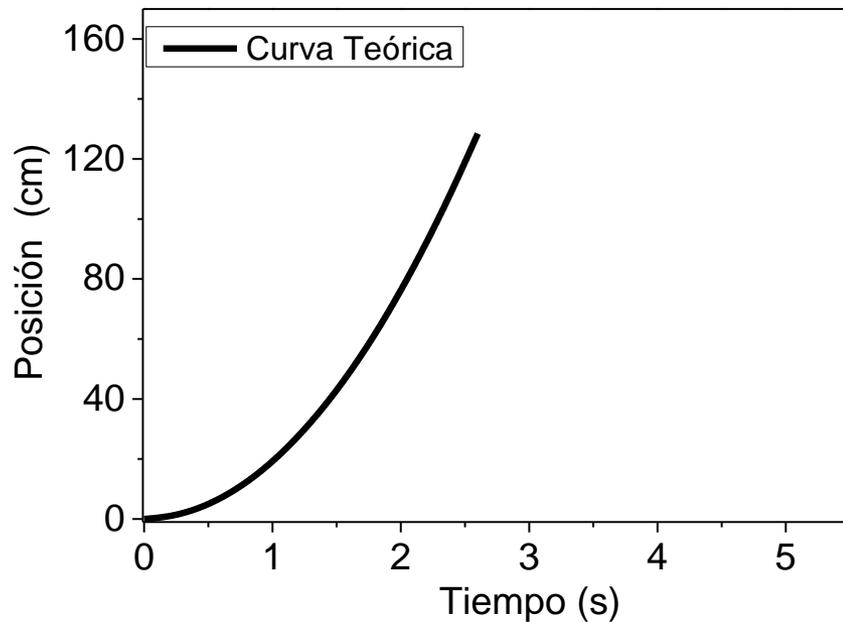
¿Cómo determinaremos a_x ?

¿Qué movimiento realiza el objeto?

↳ $x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a_x(t - t_0)^2$

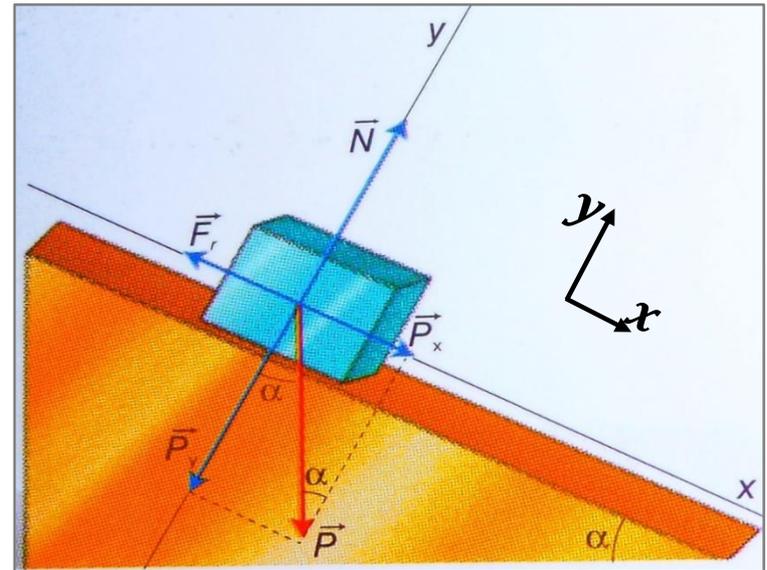
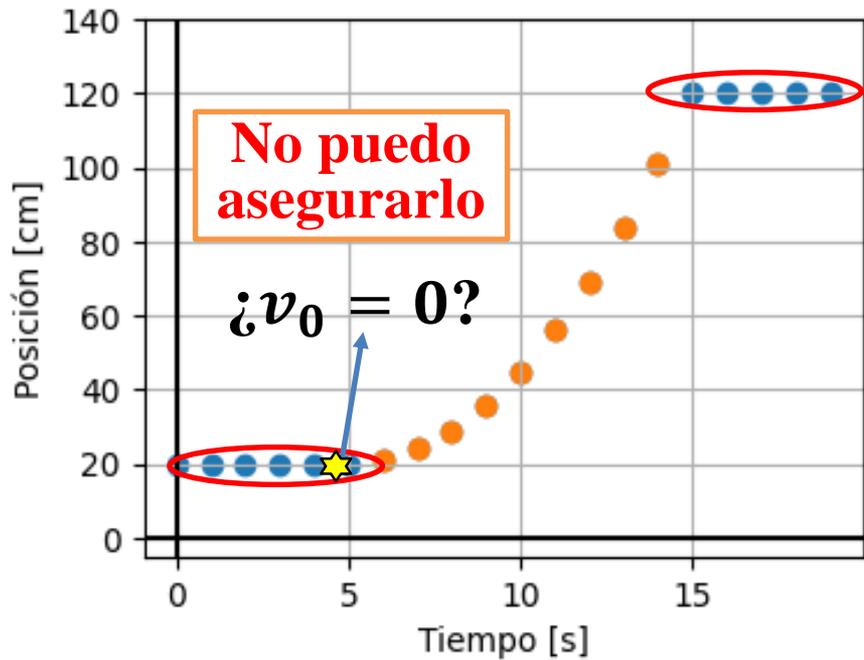
¿Qué movimiento realiza el objeto?

↳ $x(t) \quad x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2} a_x(t - t_0)^2$



¿Qué movimiento realiza el objeto?

↳ $x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a_x(t - t_0)^2$



AJUSTE NO LINEAL

EXPERIMENTO

B) COEFICIENTE DE ROZAMIENTO DINÁMICO (μ_d)

$$\mu_d = \tan\alpha_2 - \frac{a_x}{g\cos\alpha_2}$$

Para el cálculo de μ_d y $\Delta\mu_d$ usar $\bar{\alpha}$ y $\Delta\alpha$ en RADIANES!!

USAR 1 SISTEMA: METAL-PAÑO

- Para un ángulo fijo α_2 (calcule su valor), obtenga a_x (por duplicado) con el sensor de posición. Grafique las 2 curvas de $x(t)$ superpuestas, con sus incertezas. ¿Es repetitivo el experimento?
- Calcule μ_d

Realice un gráfico con los resultados de μ_e y μ_d . Discusión comparativa. Comente posibles fuentes de incerteza de su experimento