



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE INGENIERIA

<b>MATERIA</b>
----------------

LABORATORIO DE FISICA BASICA I
--------------------------------

<b>SIGLA</b>
--------------

FIS 100 L
-----------

<b>EXPERIMENTO</b>
--------------------

ROZAMIENTO
------------

<b>INFORME DE LABORATORIO Nro.</b>
------------------------------------

5
---

<b>DATOS PERSONALES</b>
-------------------------

APAZA MERCADO PAOLA BELEN
---------------------------

14133669 S.C.
---------------

INGENIERIA QUIMICA
--------------------

<b>GESTION</b>
----------------

I/2025
--------

# **INDICE**

1.- Objetivos.....	4
1.1.- Objetivo General.....	4
1.2.- Objetivos Específicos.....	4
2.- Justificación.....	4
3.- Marco Teorico.....	6
3.1.- Concepto de Rozamiento estático.....	8
3.2.- Concepto de Rozamiento cinético.....	9
4.- Materiales Utilizados.....	10
5.- Procedimiento.....	11
5.1.- De Rozamiento Estático.....	11
5.2.- De Rozamiento Cinetico.....	11
6.- Tratamientoto dE Datos.....	12
6.1.- De Rozamiento Estático .....	12
6.2.- Rozamiento Cinetico .....	18
7.- Cuestionario.....	24
8.- Conclusiones.....	26
9.- Recomendaciones.....	26
10.- Anexos.....	28

## **INDICE DE IMAGENES Y TABLAS**

Figura (a).....	6
Figura (b).....	7
Figura (c).....	7
Figura (2).....	9
Figura (3).....	10
Tabla (1).....	13
Tabla (1.1 $N-F_{smax}$ ).....	13
Tabla Excel de ( $N-F_{smax}$ ).....	14
Grafica $F_{smax}$ vs $N$ .....	14
Tabla (2).....	15
Tabla (2.1 $N-F_{smax}$ ).....	16
Tabla Excel de ( $N-F_{smax}$ ).....	16
Grafica $F_{smax}$ vs $N$ .....	17
Tabla (3).....	19
Tabla (3.1 $N-F_k$ ).....	19
Tabla Excel de ( $N-F_k$ ).....	20
Grafica $F_k$ vs $N$ .....	20
Tabla (4).....	22
Tabla (4.1 $N-F_k$ ).....	22
Tabla Excel de ( $N-F_k$ ).....	23
Grafica $F_k$ vs $N$ .....	23
Hoja de Datos.....	28

# **INFORME DE LABORATORIO Nro. 5**

## **ROZAMIENTO**

### **1. - OBJETIVOS**

#### **1.1.- Objetivo General**

- \* Verificar la relación entre los módulos de la fuerza de rozamiento estático máxima y y de la fuerza normal.
- \* Determinar el coeficiente de rozamiento estático entre dos superficies.
- \* Verificar la relación entre los módulos de la fuerza de rozamiento cinético y de la fuerza normal.
- \* Determinar el coeficiente de rozamiento cinético entre dos superficies

#### **1.2.- Objetivos Específicos**

- \* Verificar que el coeficiente de rozamiento estático es mayor que el coeficiente de rozamiento cinético.
- \* Verificar que el coeficiente de rozamiento entre superficies rugosas es mayor que el coeficiente de rozamiento entre superficies lisas.

### **2 .- JUSTIFICACION:**

La fuerza de rozamiento es siempre de sentido contrario a la fuerza que empuja al cuerpo. En consecuencia, si el cuerpo llega a moverse, la fuerza de rozamiento será de sentido contrario a la velocidad del cuerpo.

El valor de la fuerza de rozamiento es siempre menor o - a lo sumo - igual que el de la fuerza que empuja al cuerpo. Por consiguiente, una fuerza de rozamiento nunca es capaz de provocar el movimiento de un cuerpo, aunque si de frenarlo.

La fuerza de rozamiento es prácticamente independientemente de la superficie de contacto. Así por ejemplo, cuando se desliza un ladrillo por el suelo, la fuerza de rozamiento es siempre la misma, independientemente de la cara en que se apoye. Es interesante considerar que la superficie real de contacto entre dos cuerpos es generalmente muy inferior a la aparente, ya que éstos no establecen contacto en toda la superficie, sino solamente en una pequeña parte de la misma.

La fuerza de rozamiento depende de la naturaleza de los cuerpos en contacto, así como del estado en que se encuentren sus superficies. Para cada pareja de cuerpos, cuanto más pulimentadas se encuentren las superficies en contacto, menor es el rozamiento.

La fuerza de rozamiento es directamente proporcional a la fuerza normal que actúa entre las superficies en contacto. En el caso más frecuente, cuando un cuerpo se desliza por un plano horizontal, la fuerza normal es el peso del cuerpo. Sin embargo, no siempre es así; por ejemplo, cuando el cuerpo se halla sobre un plano inclinado, o cuando intervienen fuerzas de origen eléctrico o magnético, además de las gravitatorias.

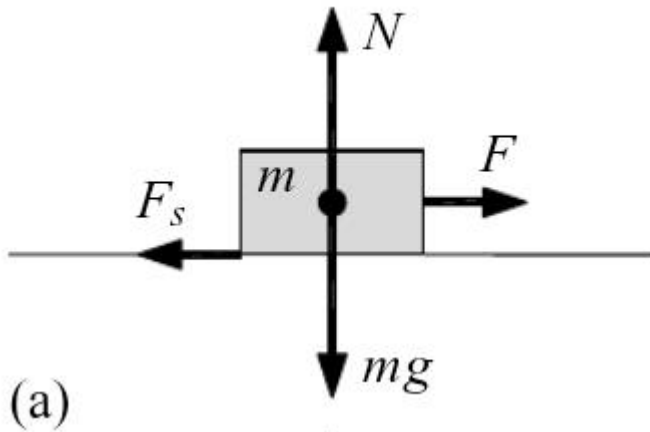
La fuerza de rozamiento es prácticamente independiente de la velocidad con que se desplaza un cuerpo sobre otro. En realidad, la fuerza de rozamiento varía ligeramente con la velocidad, pero esta variación es tan pequeña que - en la practica - la fuerza puede considerarse constante.

Para un mismo par de cuerpos el rozamiento es mayor en el momento del arranque que cuando se ha iniciado el movimiento. En efecto, si sobre un cuerpo apoyado en una superficie se aplica una fuerza que vaya aumentando paulatinamente, justo hasta que empieza a moverse, la fuerza que se necesita para mantener este movimiento es menor que la que ha sido necesaria para iniciarlo. De aquí que podamos definir dos tipos de fuerzas de rozamiento.

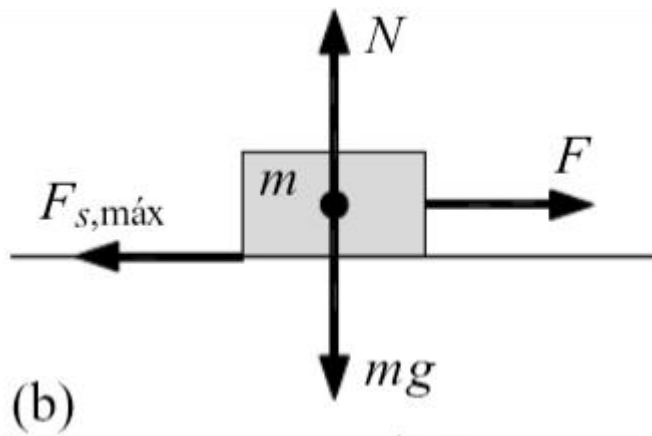
### 3.- MARCO TEORICO

Cundo dos cuerpos están en contacto, existen fuerzas que se oponen al movimiento relativo entre ellos. Están las fuerzas, que están relacionadas con la naturaleza de las superficies en contacto y que son paralelas a las superficies, son las **FUERZAS DE ROZAMIENTO**.

Un bloque de masa  $m$  se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal. En la dirección vertical, sobre el bloque actúan dos fuerzas: su peso,  $mg$ , y la normal,  $N$ . Una fuerza horizontal, de módulo  $F$ , es aplicada al bloque; sin embargo, no logra moverlo porque es equilibrada por la fuerza de rozamiento de módulo  $F_s$ . Dado que el movimiento no tiene lugar, esa fuerza de rozamiento se conoce como fuerza de rozamiento estático.  $F_s = F = 0$

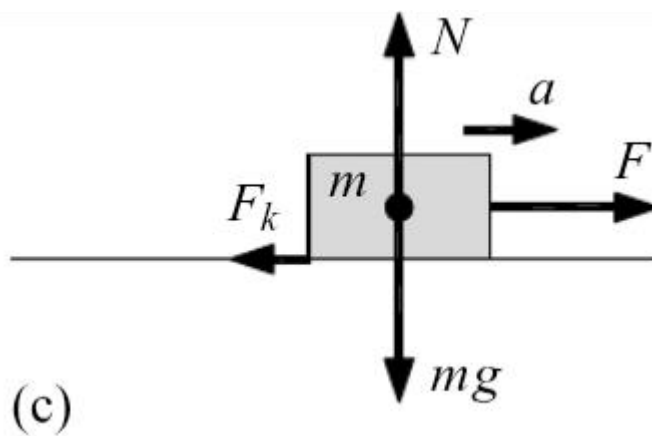


Si la fuerza  $F$  se incrementa y el bloque aún no se mueve, será porque  $F_s$  se habrá incrementado en la misma medida. se representa la situación crítica en la que  $F$  llega a tener el valor justo para que el bloque comience a moverse; en este caso, el módulo de la fuerza de rozamiento habrá adquirido su valor máximo,  $F_{s,max}$ .



Con el bloque en movimiento, la fuerza de rozamiento disminuye y se conoce como **fuerza de rozamiento cinético**, cuyo módulo es  $F_k$ ; y si  $F$  es mayor que  $F_k$ , el bloque adquiere una aceleración de módulo  $a$ .

$$F_k = F + a$$



Se ha establecido empíricamente que

$$F_{s,max} = \mu_s N \quad (1)$$

y que

$$F_k = \mu_k N \quad (2)$$

$\mu_s$  se conoce como coeficiente de rozamiento estático y  $\mu_k$  como coeficiente de rozamiento cinético; ambos son constantes y dependen

de la naturaleza de las superficies en contacto. A continuación se describen mecanismos para el estudio experimental del rozamiento.

### 3.1.- Rozamiento estático

En la medida de ciertas longitudes normalmente se usan reglas de madera, plástico o materiales similares que debido a su bajo precio son utilizados con frecuencia.

Cuando existe una separación entre la escala y el objetivo a ser medido y la línea de visión, no se encuentran perpendicular a la regla se obtiene una lectura incorrecta.

Se puede corregir este error colocando el objeto lo mas cerca posible de la escaña de la regla.

En la Figura 2, un bloque de masa  $m$  está ubicado en una pista colocada sobre un plano inclinado. El ángulo de inclinación,  $\theta$ , es variable y puede leerse directamente en el transportador incluido. Si el bloque está en reposo,

$$F_s = mg \sen \theta \quad (3)$$

Y

$$N = mg \cos \theta \quad (4)$$

Si el ángulo del plano inclinado se incrementa hasta el valor crítico,  $\theta_c$ , que corresponda justo al instante en que el bloque comienza a moverse, entonces,

$$F_{s,max} = mg \sen \theta_c \quad (5)$$

y

$$N = mg \cos \theta_c \quad (6)$$

Luego, con diferentes valores de  $m$ , puede determinarse la relación entre  $F_{s,max}$  y  $N$ , así como  $\mu_s$ .



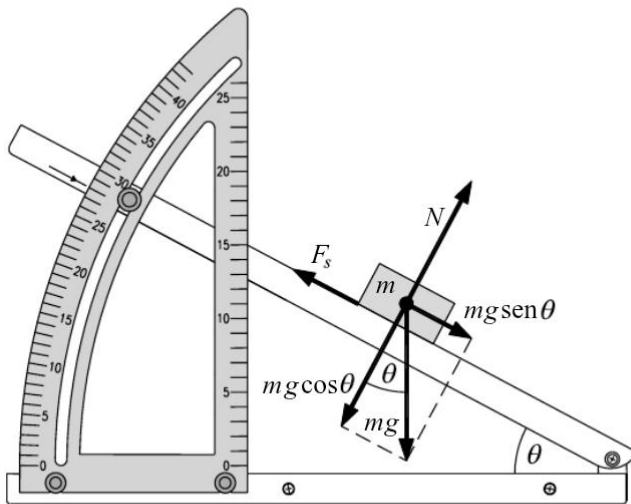


Figura 2

### 3.2.- Rozamiento cinético

Siempre que la superficie de un cuerpo se desliza sobre otra superficie, se origina una fuerza de rozamiento paralela a las superficies. La fuerza sobre cada cuerpo es opuesta al sentido de su movimiento.

En el sistema de la Figura 3, un bloque de masa  $m_1$  está ubicado en una pista colocada sobre un plano horizontal y está unido a la masa  $m_2$  por un hilo inextensible que pasa por la polea. Se asume que son despreciables las masas del hilo y de la polea, así como el rozamiento en la polea. Si  $m_2$  es lo suficientemente grande,  $m_1$  es acelerada sobre la pista; luego, la polea gira y sus rayos obstruyen el haz infrarrojo de la fotopuerta en forma sucesiva; con esto, la computadora con la que trabaja la fotopuerta calcula la aceleración lineal,  $a$ , del sistema.

Las ecuaciones de movimiento para el sistema de la Figura 3 son

$$T - F_k = m_1 a \quad (7)$$

$$m_2 g - T = m_2 a \quad (8)$$

Resolviendo estas ecuaciones,

$$F_k = m_2 g - (m_1 + m_2) a \quad (9)$$

Por otra parte,

$$N = m_1 g \quad (10)$$

Luego, con  $m_2$  constante y diferentes valores de  $m_1$ , puede determinarse la relación entre  $F_k$  y  $N$ , así como  $\mu_k$ .

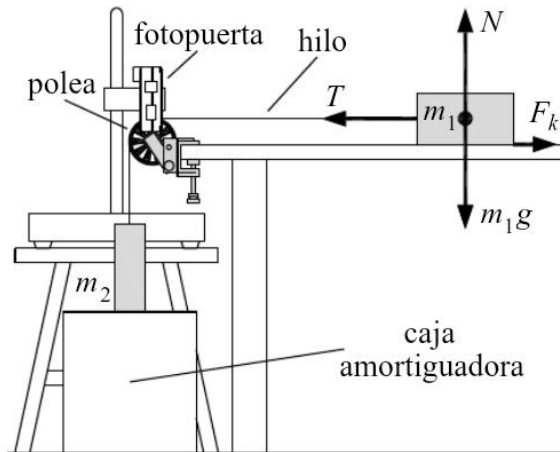


Figura 3

#### 4.-- MATERIALES UTILIZADOS:

- \* Balanza eléctrica
- \* Hilo inextensible
- \* Interfaz
- \* Fotopuerta
- \* Computador
- \* Bloque de madera
- \* Transportador
- \* Polea y accesorios (pesas de diferentes valores)
- \* Pista de Cartón / Pista de lija

## 5.-- PROCEDIMIENTO:

### 5.1.- Rozamiento Estático

#### 5.1.1.- Montar el arreglo de la Figura 2

Usamos un bloque de madera como la masa  $m$  y una pista que tenía una cara lisa de cartón sobre el plano inclinado. Elevamos el plano inclinado con el Transportador graduado justo hasta que el bloque comenzó a moverse y así obtenemos el valor de  $\theta_c$ . Llenar la Tabla 1 de la Hoja de Datos para diferentes valores de  $m$ ; para ello, en cada caso, obtener el valor de  $\theta_c$  tres veces y calcular su promedio. Y cambiamos el valor de  $m$ , colocando pesas sobre el bloque de madera. Para eso usamos 4 pesas, y repitiendo el procedimiento de aumentarlo uno sobre uno, anotando los Ángulos en la que el bloque de Madera empieza a deslizarse.

5.1.2.- Usando la otra cara de la pista la de lija, repetimos el procedimiento anterior y llenar la Tabla 2 en forma similar a la Tabla 1

Para este nos damos cuenta que el bloque arranca a una altura un poco mas alta que la de superficie lisa.

### 5.2.- Rozamiento Cinetico

5.2.1.- Montar el arreglo de la Figura 3. Como  $m_1$  usamos el mismo bloque de madera y, como  $m_2$ , un porta pesas con una masa total de 0.200[kg] en la guía, pero que tenía un peso real de 0,1999[kg] aproximadamente. Con un nivel de burbuja verificar que la superficie de la mesa esté horizontal y colocar sobre ella la misma pista de cartón. La longitud del hilo debe ser tal que el extremo izquierdo de  $m_1$  quede aproximadamente a 50[cm] del borde de la prensa de la polea y que la base de  $m_2$  quede aproximadamente a la altura del borde de la caja

amortiguadora, esto debido a que el bloque de madera que es de menor peso que el porta pesas saldrá rápidamente. El hilo entre la polea y  $m_1$  debe estar horizontal; para ello, puede usarse el tornillo que tiene la polea para ajustar su altura. La fotopuerta debe estar a una altura tal que, cuando la polea gire, sus rayos obstruyan el haz infrarrojo de la fotopuerta en forma sucesiva.

5.2.2.- En la computadora abrimos el archivo ACELERACION.

5.2.3.- Sujetamos  $m_1$  aproximadamente a 50[cm] del borde de la prensa de la polea del bloque de manera que el haz infrarrojo de la fotopuerta pase entre dos rayos de la polea sin ser obstruido (LED apagado). **Activar el botón Grabar** y, después de que este botón cambie a **Detener**, soltamos el bloque de madera =  $m_1$  tomando previsiones para detenerla antes, en el experimento solo lo detuvimos a unos centímetros de llegar al final de la pista para que no choque con el borde de la polea. La pantalla mostrará la aceleración,  $a$ . con los que llenamos la Tabla 3 para diferentes valores de  $m_1$ ; para ello, en cada caso, obtener la aceleración tres veces y calcular su promedio. Para cambiar el valor de  $m_1$ , se deben colocar pesas sobre el bloque de madera como se hizo anteriormente aumentando pesa sobre pesa. hasta 3 veces para obtener la  $a$ .

5.2.4.- Con la otra cara de la pista usamos la de lija y cambiar  $m_2$  a un valor de 0.225[kg], pero que en realidad tenía un peso de 0,2253 [kg] aproximadamente. Llenar la Tabla 4 en forma similar a la Tabla 3.

## 6. - TRATAMIENTO DE DATOS:

### 6-1.- Rozamiento Estático

1. A partir de la Tabla 1 de la Hoja de Datos, con los promedios de  $\theta_c$  y las ecuaciones (6) y (5), elaborar una tabla  $N-F_{s,max}$ . Mediante un análisis de

regresión lineal con intersección nula, determinar la relación experimental  $F_{s,max} = f(N)$  y dibujarla junto con los puntos experimentales.

**Tabla 1. Rozamiento estático: madera-cartón**

$m(g)$	$\theta_{c1}(^{\circ})$	$\theta_{c2}(^{\circ})$	$\theta_{c3}(^{\circ})$	$\theta_c(^{\circ}) \text{ prom}$
0,0681	37°	39°	38°	38°
0,1123	33°	34°	35°	34°
0,1568	30°	32°	31°	31°
0,2023	28°	27°	26°	27°
0,2490	26°	26°	27°	26,33°

Usando la ecuación (6)  $N = mg \cos \theta_c$  y la ecuación (5)  $F_{s,max} = mg \sin \theta_c$  tomando a  $g = 9.78 \text{ m/s}^2$  (en La Paz)

- Tabla 1.1.  $N-F_{s,max}$

$N(N)$	$F_{s,max}(N)$
0,524829394	0,410041564
0,910526958	0,61415826
1,314469538	0,789812858
1,76285097	0,89821766
2,182576438	1,080118763

Para la relación experimental  $F_{s,max} = f(N)$ :

$$y = \beta x$$

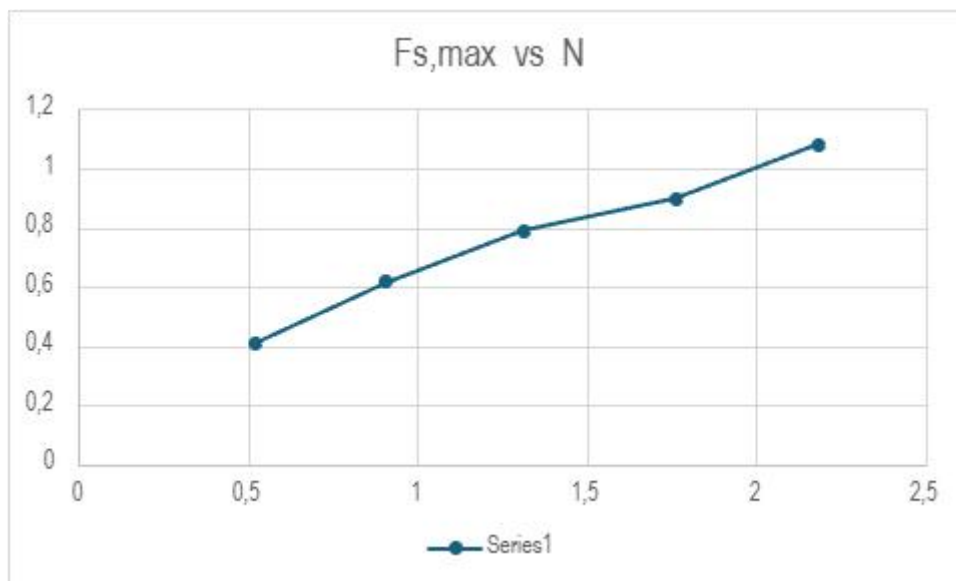
N	F <sub>max</sub>	N*F <sub>max</sub>	N <sup>2</sup>	F <sup>2</sup>
0,524829394	0,410041564	0,215201865	0,275445892	0,168134084
0,910526958	0,61415826	0,559207653	0,829059342	0,377190369
1,314469538	0,789812858	1,038184943	1,727830167	0,623804351
1,76285097	0,89821766	1,583423873	3,107643544	0,806794964
2,182576438	1,080118763	2,357441762	4,763639906	1,166656543
SUMAS		5,753460096	10,70361885	3,14258031

μ=	0,537524755
μ2=	0,288932862
n-1	4
S=	0,001166734

$$\beta = \frac{xy}{x^2}$$

$$\beta = 0,537524755$$

$$F_{s,max} = 0,537 \text{ (N)}$$



2. Determinar el intervalo de confianza de  $\mu_s$ , a un nivel de confianza del 98%.  **$t_c=3.747$**

$$S_{\beta} = \sqrt{\frac{\frac{y^2}{x^2} - \beta^2}{n-1}} =$$

$$S_{\beta} = \sqrt{\frac{\frac{3,14258031}{10,70361885} - 0,288932862}{5-1}} = \mathbf{0,0341574882}$$

$$E_{\beta} = t_c * S_{\beta} = \mathbf{3,747 * 0,0341574882}$$

$$E_{\beta} = \mathbf{0,1279881083}$$

$$\mu_s = ( \mathbf{0,537 \pm 0,128} )$$

3. A partir de la Tabla 2 de la Hoja de Datos, con los promedios de  $\theta_c$  y las ecuaciones (6) y (5), elaborar una tabla  $N-F_{s,max}$ . Mediante un análisis de regresión lineal con intersección nula, determinar la relación experimental  $F_{s,max} = f(N)$  y dibujarla junto con los puntos experimentales.

**Tabla 2. Rozamiento estático: madera-lija**

<b><math>m(g)</math></b>	<b><math>\theta_{c1}(^{\circ})</math></b>	<b><math>\theta_{c2}(^{\circ})</math></b>	<b><math>\theta_{c3}(^{\circ})</math></b>	<b><math>\theta_c(^{\circ})</math> prom</b>
0,0681	41°	42°	41°	41,33°
0,1123	37°	37°	38°	37,33°
0,1568	35°	36°	35°	35,33°
0,2023	28°	29°	29°	28,67°
0,2490	27°	27°	28°	27,33°

Usando la ecuación (6)  $N = mg \cos \theta_c$  y la ecuación (5)  $F_{s,max} = mg \sin \theta_c$  tomando a  $g = 9.78 \text{ m/s}^2$  (en La Paz)

- Tabla 2.1.  $N-F_{s,max}$

$N(N)$	$F_{s,max}(N)$
0,500125207	0,439834916
0,873315148	0,666010782
1,251086106	0,886802161
1,735925662	0,949210516
2,163393352	1,118045461

Para la relación experimental  $F_{s,max} = f(N)$ :

$$y = \beta x$$

N	$F_{max}$	$N * F_{max}$	$N^2$	$F^2$
0,500125207	0,439834916	0,219972529	0,250125223	0,193454754
0,873315148	0,666010782	0,581637305	0,762679348	0,443570362
1,251086106	0,886802161	1,109465863	1,565216445	0,786418073
1,735925662	0,949210516	1,647758893	3,013437904	0,901000604
2,163393352	1,118045461	2,418772118	4,680270794	1,250025654
SUMAS		5,977606708	10,27172971	3,574469446

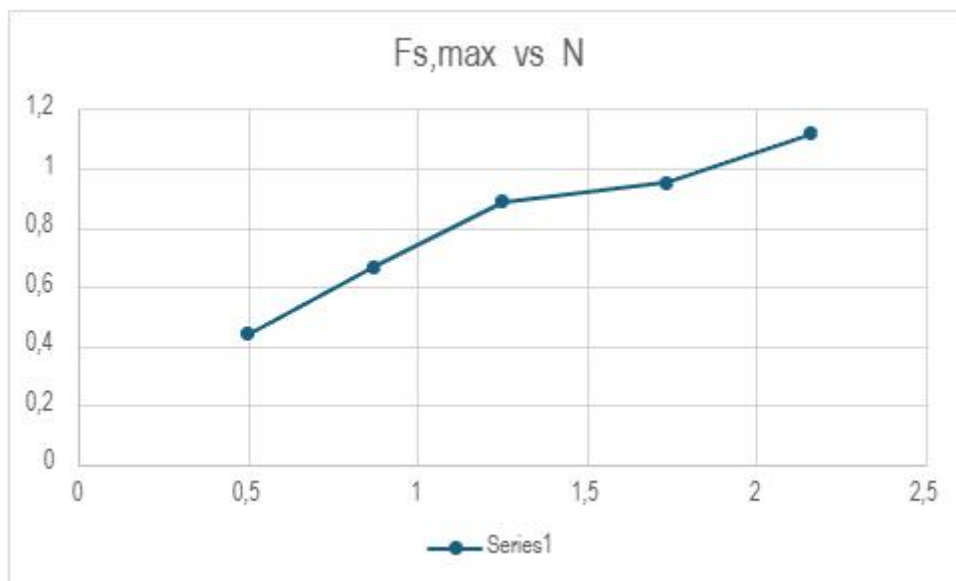


$\mu=$	0,58194743
$\mu_2=$	0,338662811
$n-1$	4
$S=$	0,002332046

$$\beta = \frac{xy}{x^2}$$

$$\beta = 0,58194743$$

$$F_{s,max} = 0,582 \text{ (N)}$$



4. Determinar el intervalo de confianza de  $\mu_s$ , a un nivel de confianza del 98%.

$$S_{\beta} = \sqrt{\frac{\frac{y^2}{x^2} - \beta^2}{n - 1}} =$$

$$S_{\beta} = \sqrt{\frac{\frac{3,574469446}{10,27172971} - 0,338662811}{5 - 1}} = \mathbf{0,04829126215}$$

$$E_{\beta} = t_c * S_{\beta} = \mathbf{3,747 * 0,04829126215}$$

$$E_{\beta} = \mathbf{0,1809473593}$$

$$\mu_s = (\mathbf{0,582 \pm 0,181})$$

## 6.2.- Rozamiento Cinetico

5. A partir de la Tabla 3, con los promedios de  $\alpha$  y las ecuaciones (10) y (9), elaborar una tabla  $N-F_k$ . Mediante un análisis de regresión lineal con intersección nula, determinar la relación experimental  $F_k = f(N)$  y dibujarla junto con los puntos experimentales.

• **Tabla 3. Rozamiento cinético: madera-cartón**

$$m_2 = 0.1999 [kg]$$

$m_1 (kg)$	$a_1 (m/s^2)$	$a_2 (m/s^2)$	$a_3 (m/s^2)$	$a (m/s^2) \text{ prom}$
0,0681	5,602	5,776	5,500	5,626
0,1123	4,126	4,058	4,177	4,120
0,1568	3,267	3,248	3,221	3,245
0,2023	2,424	2,478	2,440	2,447
0,2490	1,771	1,818	1,853	1,814

Usando la ecuación (10)  $N = m_1 g$  y la ecuación (9)  $F_k = m_2 g - (m_1 + m_2) a$  tomando a  $g = 9.78 \text{ m/s}^2$  (en La Paz)

• **Tabla 3.1.  $N - F_k$**

$N(N)$	$F_k(N)$
0,666018	0,447254
1,098294	0,668758
1,533504	0,7975305
1,978494	0,9708386
2,43522	1,1407174

Para la relación experimental  $F_k = f(N)$ :

$$y = \beta x$$

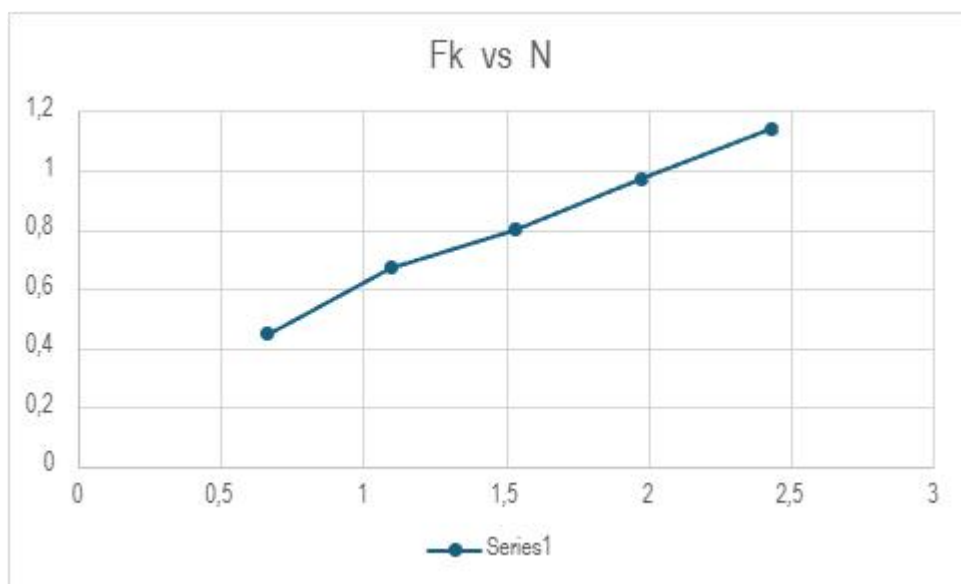
N	F <sub>k</sub>	N*F <sub>k</sub>	N <sup>2</sup>	F <sub>k</sub> <sup>2</sup>
0,666018	0,447254	0,297879215	0,443579976	0,200036141
1,098294	0,668758	0,734492899	1,20624971	0,447237263
1,533504	0,7975305	1,223016212	2,351634518	0,636054898
1,978494	0,9708386	1,920798345	3,914438508	0,942527587
2,43522	1,1407174	2,777897827	5,930296448	1,301236187
SUMAS		6,954084497	13,846199163	3,527092075

μ=	0,502237792
μ <sup>2</sup> =	0,2522428
n-1	4
S=	0,000622699

$$\beta = \frac{xy}{x^2}$$

$$\beta = 0,502237792$$

$$F_k = 0,502 (N)$$



6. Determinar el intervalo de confianza de  $\mu_k$ , a un nivel de confianza del 98%.

$$S_{\beta} = \sqrt{\frac{\frac{y^2}{x^2} - \beta^2}{n - 1}} =$$

$$S_{\beta} = \sqrt{\frac{\frac{3,527092075}{13,84619916} - 0,2522428}{5 - 1}} = \mathbf{0,02495393757}$$

$$E_{\beta} = t_c * S_{\beta} = \mathbf{3,747 * 0,02495393757}$$

$$E_{\beta} = \mathbf{0,09350240407}$$

$$\mu_k = ( \mathbf{0,502 \pm 0,093} )$$

7. A partir de la Tabla 4, con los promedios de  $\alpha$  y las ecuaciones (10) y (9), elaborar una tabla  $N-F_k$ . Mediante un análisis de regresión lineal

con intersección nula, determinar la relación experimental  $F_k = f(N)$  y dibujarla junto con los puntos experimentales.

• **Tabla 4. Rozamiento cinético: madera-lija**

$$m_2 = 0.2253 \text{ [kg]}$$

$m_1 \text{ (g)}$	$a_1 \text{ (m/s}^2\text{)}$	$a_2 \text{ (m/s}^2\text{)}$	$a_3 \text{ (m/s}^2\text{)}$	$a \text{ (m/s}^2\text{) prom}$
0,0681	6,472	6,412	6,438	6,441
0,1123	5,067	5,012	4,979	5,019
0,1568	3,990	3,977	3,722	3,896
0,2023	3,132	3,208	3,152	3,164
0,2490	2,508	2,540	2,533	2,527

Usando la ecuación (10)  $N = m_1 g$  y la ecuación (9)  $F_k = m_2 g - (m_1 + m_2) a$  tomando a  $g = 9.78 \text{ m/s}^2$  (en La Paz)

• **Tabla 4.1.  $N-F_k$**

$N \text{ (N)}$	$F_k \text{ (N)}$
0,666018	0,3136446
1,098294	0,5090196
1,533504	0,7147724
1,978494	0,8505076
2,43522	1,0048779

Para la relación experimental  $F_k = f(N)$ :

$$y = \beta x$$

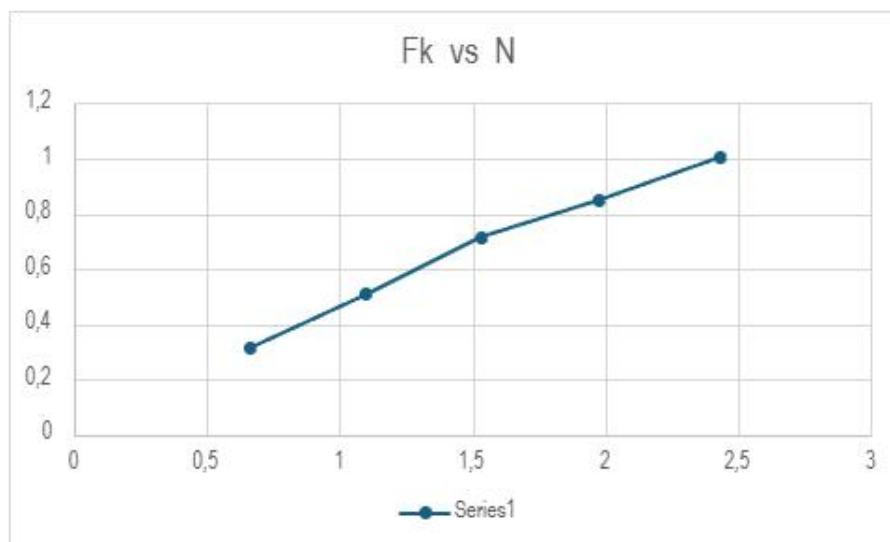
N	F <sub>k</sub>	N*F <sub>k</sub>	N <sup>2</sup>	F <sub>k</sub> <sup>2</sup>
0,666018	0,3136446	0,208892949	0,443579976	0,098372935
1,098294	0,5090196	0,559053173	1,20624971	0,259100953
1,533504	0,7147724	1,096106334	2,351634518	0,510899584
1,978494	0,8505076	1,682724184	3,914438508	0,723363178
2,43522	1,0048779	2,44709876	5,930296448	1,009779594
SUMAS		5,993875399	13,846199162	2,601516244

μ=	0,432889584
μ2=	0,187393392
n-1	4
S=	0,000123319

$$\beta = \frac{xy}{x^2}$$

$$\beta = 0,432889584$$

$$F_k = 0,433 (N)$$



8. Determinar el intervalo de confianza de  $\mu_k$ , a un nivel de confianza del 98%.

$$S_{\beta} = \sqrt{\frac{\frac{y^2}{x^2} - \beta^2}{n - 1}} =$$

$$S_{\beta} = \sqrt{\frac{\frac{2,601516244}{13,84619916} - 0,187393392}{5 - 1}} = \mathbf{0,01110490882}$$

$$E_{\beta} = t_c * S_{\beta} = \mathbf{3,747 * 0,01110490882}$$

$$E_{\beta} = \mathbf{0,04161009337}$$

$$\mu_k = ( \mathbf{0,433 \pm 0,042} )$$



## 7.- CUESTIONARIO

**1.- Para los dos casos estudiados (madera-cartón y madera-lija), ¿se verificó la ecuación (1)? Explicar.**

R.- Si se pudo verificar la ecuación (1) ya que obteniendo los valores de  $F_{s,max}$  y de  $N$ , mediante un análisis de regresión lineal nula se pudo obtener la pendiente de la ecuación  $F_{s,max} = f(N)$  la cuál sería equivalente a nuestro coeficiente de fricción estático.

**2.- Para los dos casos estudiados, ¿se verificó la ecuación (2)? Explicar.**

R.- Se logró verificar la ecuación (2) porque se pudo hallar el valor de  $\mu_k$  mediante un análisis de regresión lineal con intersección nula al obtener los valores de  $F_k$  y de  $N$ .

**3.- Para los dos casos estudiados, ¿se verificó que el coeficiente de rozamiento estático es mayor que el coeficiente de rozamiento cinético? Explicar.**

R.- Si se verifico que el coeficiente estático es mayor que el coeficiente cinético mediante los resultados obtenidos:

\* Madera - Cartón:  $\mu_s > \mu_k$

$$0,537 > 0,502$$

\* Madera - Lija:  $\mu_s > \mu_k$

$$0,582 > 0,433$$

**4.- De los dos casos estudiados, ¿en qué caso se esperaban los mayores coeficientes de rozamiento? ¿Se ha verificado aquello? Explicar.**

R.- Teóricamente analizando ambos casos se esperaba que los coeficientes de rozamiento arrojados en el caso de la madera-lija serían mayores que en el caso de madera-cartón, ya que, analizando la naturaleza

de la lija comparada con el cartón, la primera es mucho más rugosa por lo que al ponerse en contacto con la madera presentaría un mayor valor en el coeficiente de fricción tanto estático como cinético; y así se comprobó mediante el tratamiento de datos:

$$* \quad \mu_{s,Madera - Lija} > \mu_{s,Madera - Cartón}$$

$$0,582 > 0,537$$

$$* \quad \mu_{k,Madera - Lija} > \mu_{k,Madera - Cartón}$$

$$0,502 > 0,433$$

**5.- Si se hace deslizar un bloque de madera sobre una de sus caras y luego sobre una cara de menor tamaño que la anterior, pero igualmente pulida, ¿qué ocurre con el coeficiente de rozamiento cinético? Explicar. ¿Qué ocurre con la fuerza de rozamiento cinético? Explica**

**R.-** Al tomar en cuenta que el coeficiente de rozamiento no estaría dependiendo de la magnitud del tamaño de la superficie, si no de su naturaleza y rugosidad; podríamos decir que tanto el coeficiente de rozamiento cinético como la fuerza de rozamiento no serían diferentes a la primera prueba hecha con una cara de la madera ya que al estar igualmente pulidas estos valores no tendrían una variación.

## 8.- CONCLUSIONES:

Se comprobó que en la relación entre fuerza de rozamiento y normal está dada por una constante, siendo el coeficiente de rozamiento.

Se comprobó que el coeficiente de rozamiento estático es mayor al coeficiente de rozamiento cinético..

Se comprobó que la fuerza de rozamiento se opone al movimiento de un cuerpo

## 9. - RECOMENDACIONES:

Para un mejor conocimiento práctico en el laboratorio, sería adecuado que todos los equipos funcionen a la perfección.

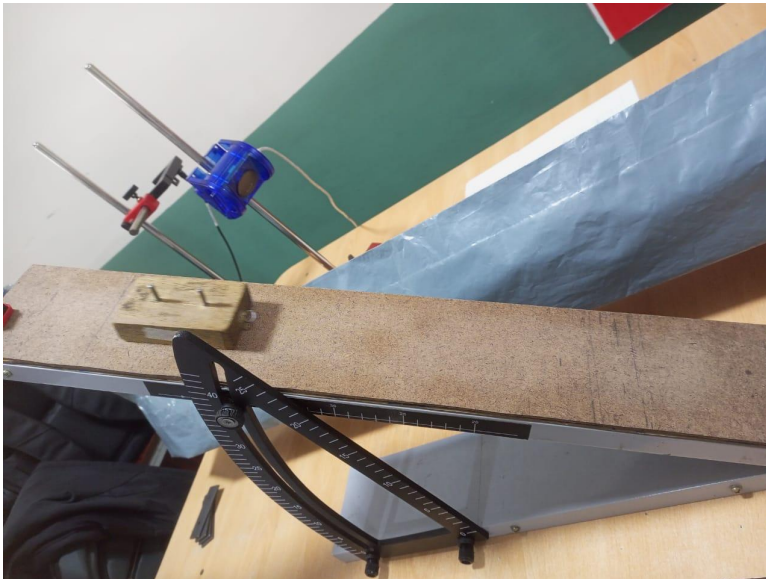
Se debe tomar en cuenta el tiempo de duración del laboratorio, para así no tener problemas con las conclusiones de los experimentos y obtener unos datos confiables.

Se debe conseguir un mejor equipo para las prácticas del laboratorio ya que algunos equipos son de muy baja calidad y/o ya están muy usados y no permiten la obtención de datos confiables.

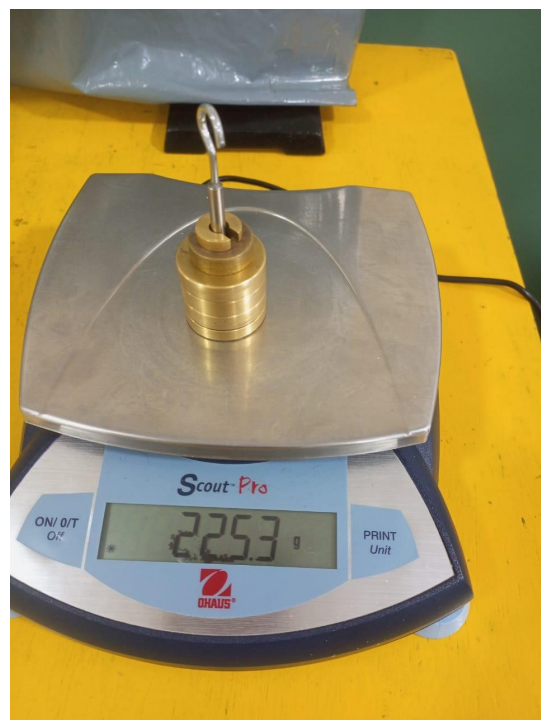
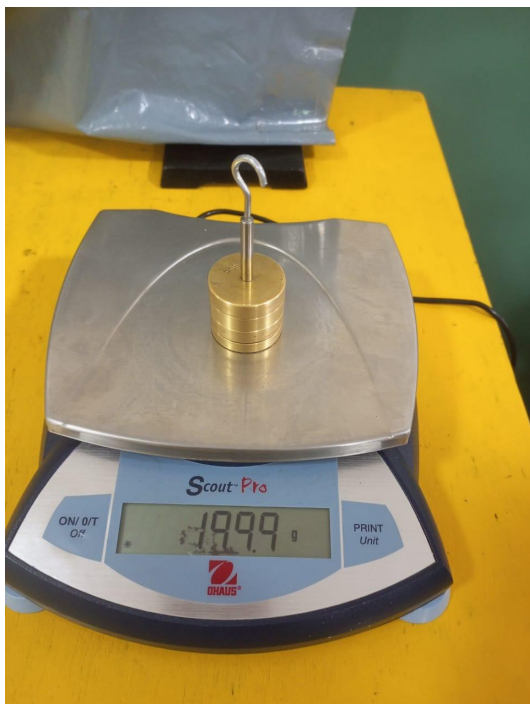
Con un mejor equipo no se perdería tanto tiempo en el laboratorio al tratar de obtener datos confiables en las prácticas Experimentales

## 10. - ANEXOS:

### Rozamiento estático: madera-cartón



### Rozamiento cinético: madera-cartón m de PORTA PESAS



# 5 ROZAMIENTO

## HOJA DE DATOS

 Estudiante: PAOLA BELEN APAZA MERCADO

 VºBº: 81

 Fecha: 4 / ABR / 25

Tabla 1 Rozamiento estático: madera-cartón

$m$ [g]	$\theta_{c1}$ [°]	$\theta_{c2}$ [°]	$\theta_{c3}$ [°]	$\theta_c$ [°] (prom.)
68,1	37°	39°	38°	38,00
112,3	33°	34°	35°	34,00
156,8	30°	32°	31°	31,00
202,3	28°	27°	26°	27,00
249,0	26°	26°	27°	26,00

Tabla 2 Rozamiento estático: madera-lija

$m$ [g]	$\theta_{c1}$ [°]	$\theta_{c2}$ [°]	$\theta_{c3}$ [°]	$\theta_c$ [°] (prom.)
68,1	41	42	41	41,33
112,3	37	37	38	37,33
156,8	35	36	35	35,33
202,3	28	29	29	28,67
249,0	27	27	28	27,33

Tabla 3 Rozamiento cinético: madera-cartón

 $m_2 = 199,9$  [g]

$m_1$ [g]	$a_1$ [m/s²]	$a_2$ [m/s²]	$a_3$ [m/s²]	$a$ [m/s²] (prom.)
68,1	5,602	5,776	5,5	5,626
112,3	4,126	4,058	4,177	4,120
156,8	3,267	3,248	3,221	3,245
202,3	2,424	2,295	2,44	2,447
249,0	1,771	1,818	1,853	1,824

Tabla 4 Rozamiento cinético: madera-lija

 $m_2 = 225,3$  [g]

$m_1$ [g]	$a_1$ [m/s²]	$a_2$ [m/s²]	$a_3$ [m/s²]	$a$ [m/s²] (prom.)
68,1	6,472	6,412	6,438	6,441
112,3	5,067	5,012	4,979	5,059
156,8	3,990	3,977	3,722	3,896
202,3	3,132	3,208	3,152	3,164
249,0	2,508	2,540	2,533	2,527