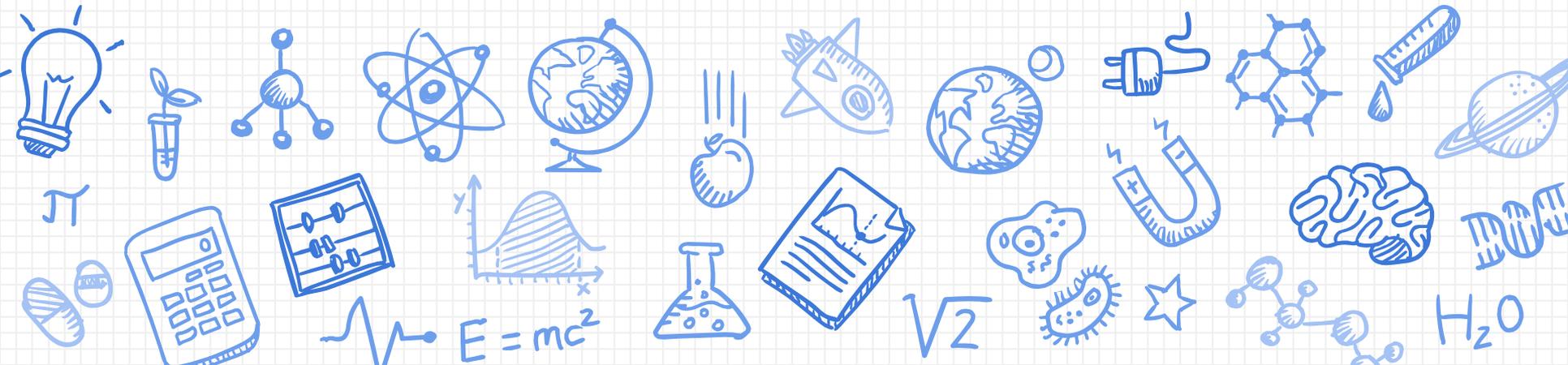


# El Universo y su Movimiento.

4 Semestre.

Fecha: 17 de Junio de 2022.



# Bloque III: ¿Por qué se mueven los objetos?



Tema: Fuerza y sus clasificaciones: peso, normal, tensión y fricción.

**Subtema: Fricción.**

Escuela Preparatoria No. 7 UAEH.

Ixmiquilpan, Hidalgo.

Nombre del docente:

Everardo López Moreno.

Licenciado en Física y Tecnología  
Avanzada.

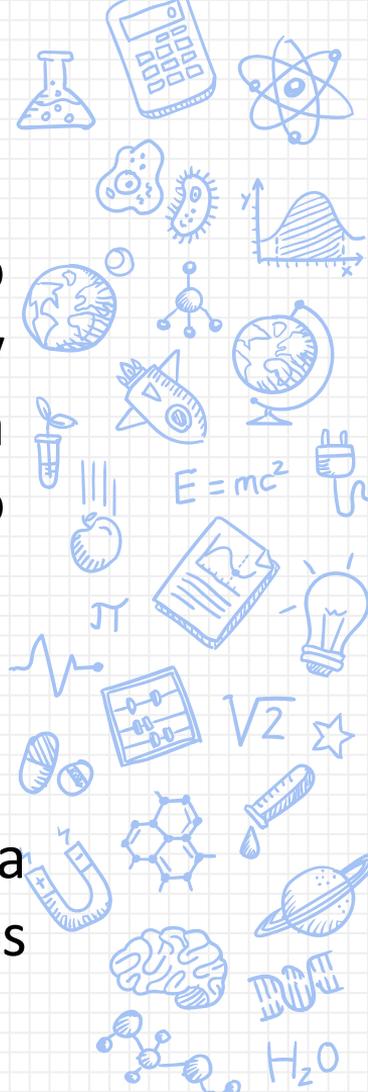
# Tópicos

# Objetivo del bloque

Identificar los diferentes fenómenos del movimiento mediante las leyes de Newton, al cuantificar la energía y el trabajo que realiza un sistema mecánico simple; para ser utilizados en diferentes situaciones de su contexto social.

## Aprendizaje esperado

Desarrollar conocimientos, habilidades y aptitudes para utilizar las fuerzas que se encuentra en los fenómenos físicos en su entorno.

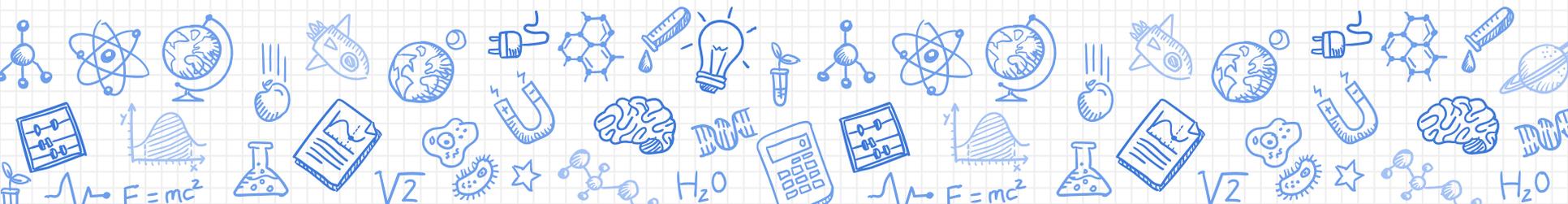


# Competencias a desarrollar

Competencias genéricas/creatividad: atributos 5 y 5.5

Competencias genéricas/pensamiento crítico: atributos 6.4

Competencias disciplinares/Física: atributos 3 y 7.



Estimación experimental del coeficiente de fricción cinético usando un plano inclinado y el acelerómetro de un celular.

## Resumen

En esta presentación se estudia la dinámica asociada a un bloque (celular) que desciende sobre un plano inclinado a un ángulo de  $35^\circ$ . A través del análisis de fuerzas resultantes se estima el coeficiente de fricción cinético mismo que depende del valor de la gravedad, ángulo de inclinación de la pendiente y la aceleración del bloque. Se emplea este smartphone como instrumento de medición haciendo uso de su acelerómetro, en donde los datos de aceleración en tres dimensiones del bloque pueden adquirirse, procesarse y graficarse haciendo uso del software Sparkvue de Pasco scientific para dispositivos móviles. La aceleración del bloque se estimó mediante un ajuste lineal de los datos obtenidos a través de curvas de aceleración contra tiempo.

## Palabras clave

Fuerza, coeficiente de fricción, gravedad, acelerómetro, Sparkvue Pasco, plano inclinado.

Experimental estimation of the kinetic friction coefficient by using an inclined plane and smartphone accelerometer.

## Abstract

The kinetic friction coefficient ( $\mu_k$ ) is estimated through the analysis of all resultant forces of a block (smartphone) sliding down a plane of  $35^\circ$ . The  $\mu_k$  coefficient depends on gravity, inclined angle and block acceleration values, and it can be obtained theoretically and experimentally. When the block goes down the plane, the experimental acceleration can be measured using the accelerometer sensor of the smartphone through SPARKvue (Pasco Scientific) software mobile application. The variations of three-dimensional acceleration with time of the smartphone were measured and stored by SPARKvue application, then this information was processed and graphed. Finally, acceleration data were fitted to a linear curve in order to calculate  $\mu_k$  coefficient.

## Keywords

Force, friction coefficient, accelerometer, Sparkvue Pasco, Inclined plane.

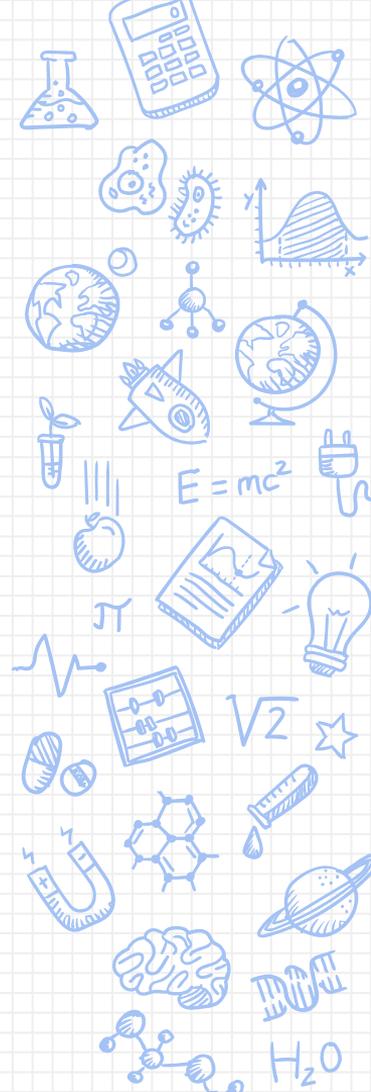
# Estimación experimental del coeficiente de fricción cinético usando un plano inclinado y el acelerómetro de un celular.

---

## Introducción.

En la vida cotidiana, el concepto de fricción puede relacionarse con la oposición o resistencia al movimiento que presenta un cuerpo con el medio que lo rodea. Esa resistencia que modifica la velocidad de un cuerpo se conoce como fuerza de fricción o roce. Este tipo de fuerza es muy importante en la vida cotidiana ya que nos permite caminar y es necesaria para la existencia de movimiento de vehículos.

Uno de los problemas en el laboratorio de física es la adquisición, registro y procesamiento de datos experimentales, lo cual de manera tradicional resulta ser un proceso lento e impreciso. En esta presentación se expone un ejemplo del uso del acelerómetro del celular para adquisición, procesamiento e interpretación de datos de variaciones de aceleración en una práctica de física.



## Peso $W$

Fuerza de atracción gravitacional que la tierra ejerce sobre un cuerpo se llama peso denotado por  $W$ .



## Fuerzas.

La fuerza esta asociada con la dificultad para mover o levantar un cuerpo.



## Normal $N$

La fuerza normal  $N$  es ejercida por una superficie y siempre es perpendicular o normal a la misma.

## Tensión $T$

Fuerza de estiramiento que es ejercida mediante la acción de un cable, cuerda, cadena u otro objeto sólido.

## Fuerza de fricción $f_r$

Fuerza de resistencia que experimenta un cuerpo al movimiento debido a la interacción del cuerpo con el medio que lo rodea.

Se llama *fuerza neta* o *fuerza resultante* a la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

## II. Fundamento teórico; coeficiente de fricción cinético.

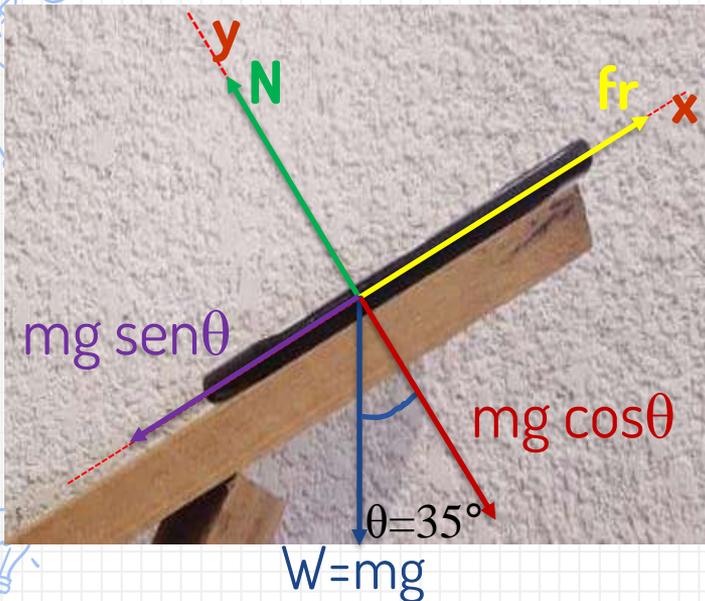


Figura 2. Diagrama de fuerzas para un bloque que se desliza sobre un plano inclinado a un ángulo  $\theta$ .

Para determinar el coeficiente de fricción es necesario determinar la aceleración del smartphone sobre el plano. Experimentalmente, es posible obtener la aceleración con el acelerómetro integrado dentro de cualquier smartphone mientras se desliza sobre el plano inclinado. Por tanto, la fuerza resultante que actúa sobre el objeto obedece a la segunda ley de Newton ( $\Sigma F=ma$ ).

Aplicando la segunda ley de Newton en la dirección del movimiento (eje x), tenemos;

$$-mg \text{ sen } \theta + f_r = -ma \dots\dots 1)$$

Donde,  $f_r$  es la fuerza de fricción la cual es proporcional al producto del coeficiente de fricción cinético ( $\mu$ ) y la normal al plano ( $N$ ),  $f_r = \mu N = mg \text{ cos } \theta$ .

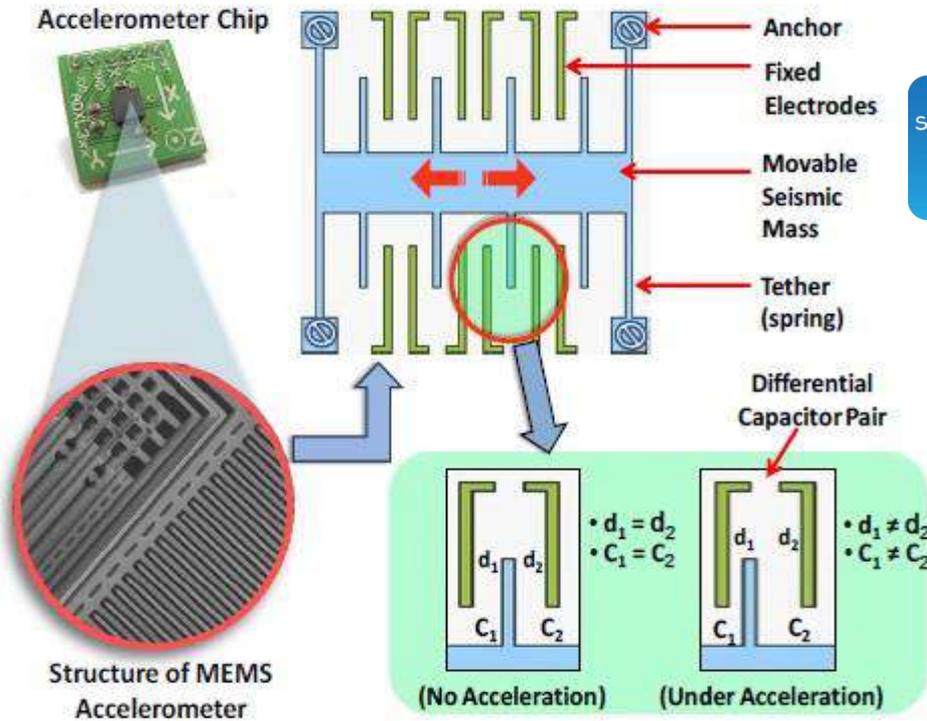
$$mg \text{ sen } \theta - \mu mg \text{ cos } \theta = ma \rightarrow g \text{ sen } \theta - \mu g \text{ cos } \theta = a$$

Despejando el valor de  $\mu$ , tenemos;

Coeficiente de fricción cinético[1],

$$\mu = \frac{g \text{ sen } \theta - a}{g \text{ cos } \theta}$$

# ¿Qué es un Acelerómetro?; Microsistema electromecánico (MEMS).



Los acelerómetros de los teléfonos inteligentes miden la aceleración en los tres ejes espaciales, contando con un dispositivo MEMS para cada uno de ellos.



Fig. 1 Un acelerómetro consta de microelectrodos fijos y microelectrodos oscilantes soportado en un material semiconductor. Al realizar cualquier movimiento, existe variación de la capacitancia de los condensadores, que a su vez producen una señal eléctrica proporcional a la fuerza que experimenta la masa oscilante [1].

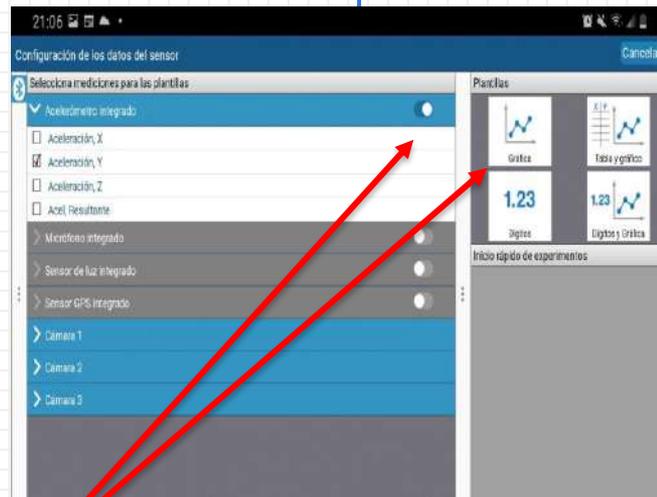
Fig. 2 Celular en reposo sobre la mesa (vista frontal). En la dirección vertical actúa la aceleración de la gravedad indicando  $9.8 \text{ m/s}^2$ , mientras las demás direcciones y, z, toman valores promedio nulos.

# IV. Utilización de la aplicación móvil.

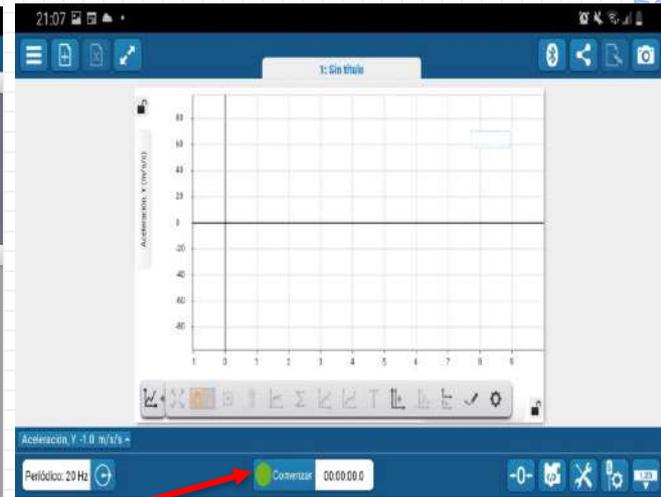
1. Instalar y abrir la aplicación gratuita disponible para iOS y android.



2. Seleccionar: Datos del sensor.



3. Seleccionar la dirección del acelerómetro integrado(Y) y finalmente elegir la plantilla gráfica.



4. Seleccionar; comenzar. Al comenzar, el sensor del dispositivo grafica la variación de la aceleracion en función del tiempo.

## IV. Desarrollo experimental.

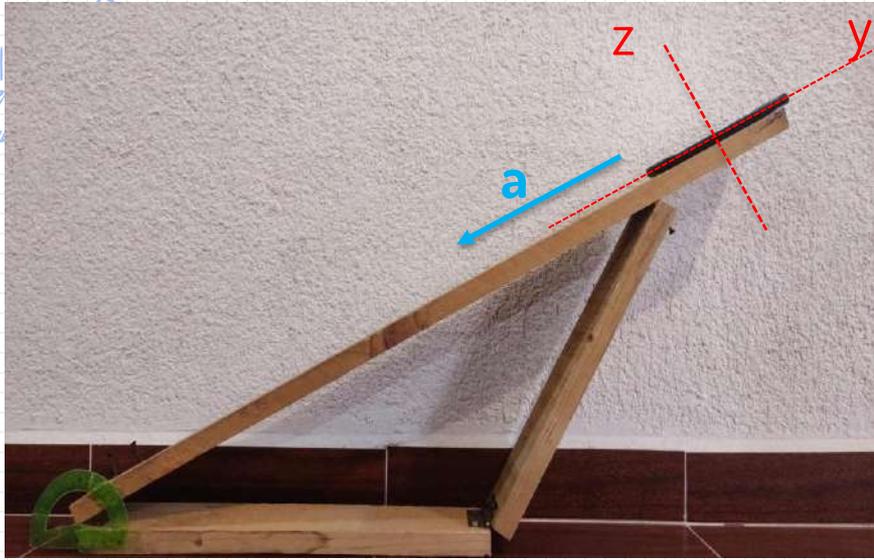


Fig. 3 Plano inclinado a un ángulo de  $35^\circ$ , donde se estimará el coeficiente de fricción de la superficie del celular y la madera.

1. Colocar un objeto acolchonado al final del plano para detener el celular y evitar dañarlo.
2. Colocar el celular en el plano inclinado.
3. Con la aplicación abierta sparkvue, comenzar el experimento (botón verde), inmediatamente soltar el celular.
4. Una vez que el celular llega al final del plano, oprimir el botón detener.

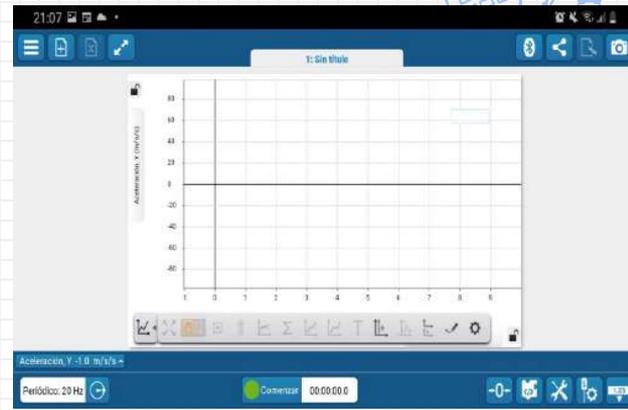


Fig. 4 Pantalla inicial antes de iniciar los experimentos.

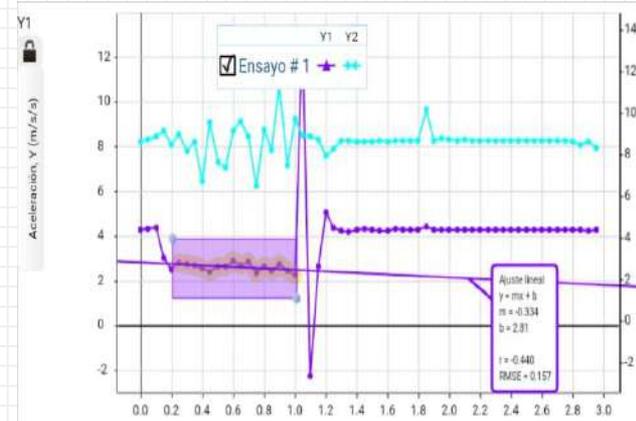


Fig. 5 La curva color turquesa representa el cambio de la aceleración en dirección z. La curva color violeta representa la aceleración en el eje y, cuya dirección corresponde a la dirección de movimiento del bloque(celular) sobre el plano.



La curva color violeta representa la variación de la aceleración en función del tiempo cuando el bloque(celular) se coloca y se desliza sobre la pendiente del plano inclinado.

- En la región 1 y 3, el bloque permanece en reposo midiéndose la variación de la aceleración del eje y.
- La región 2 describe la variación de aceleración del bloque cuando se desliza sobre el plano.

Fig. 6 La curva color turquesa representa el cambio de la aceleración en dirección z. La curva color violeta representa la aceleración en el eje y, cuya dirección corresponde a la dirección de movimiento del bloque(celular).

# V. Procesamiento de datos.

En esta sección podemos exportar los datos obtenidos para procesarlos en la computadora .



1. Una vez que se han adquirido los datos. Seleccionar la opción compartir.

Elegir compartir datos.

Estos podrán enviarse via correo electrónico o whatsapp.

2. Descargar datos en la computadora. El archivo descargado contiene una fila de datos de tiempo y otra de aceleración. Los datos pueden visualizarse con excel.

3. Estos datos pueden graficarse en excel o algún otro programa especializado como origin pro.



OriginLab 25+ years serving the scientific and engineering community



# Compensación de la aceleración.

1. Restamos el valor de la aceleración del celular ( $4.2 \text{ m/s}^2$ ) cuando se encontraba el reposo a los datos iniciales. Esto nos ayudara a omitir las variaciones de aceleración cuando el celular esta en reposo y obtener la aceleración real del objeto cuando se desplaza por la pendiente, este se representa en la fig. 7, puntos rojos.
2. El intervalo de datos que nos interesa corresponde a la region 2, de la figura 7.

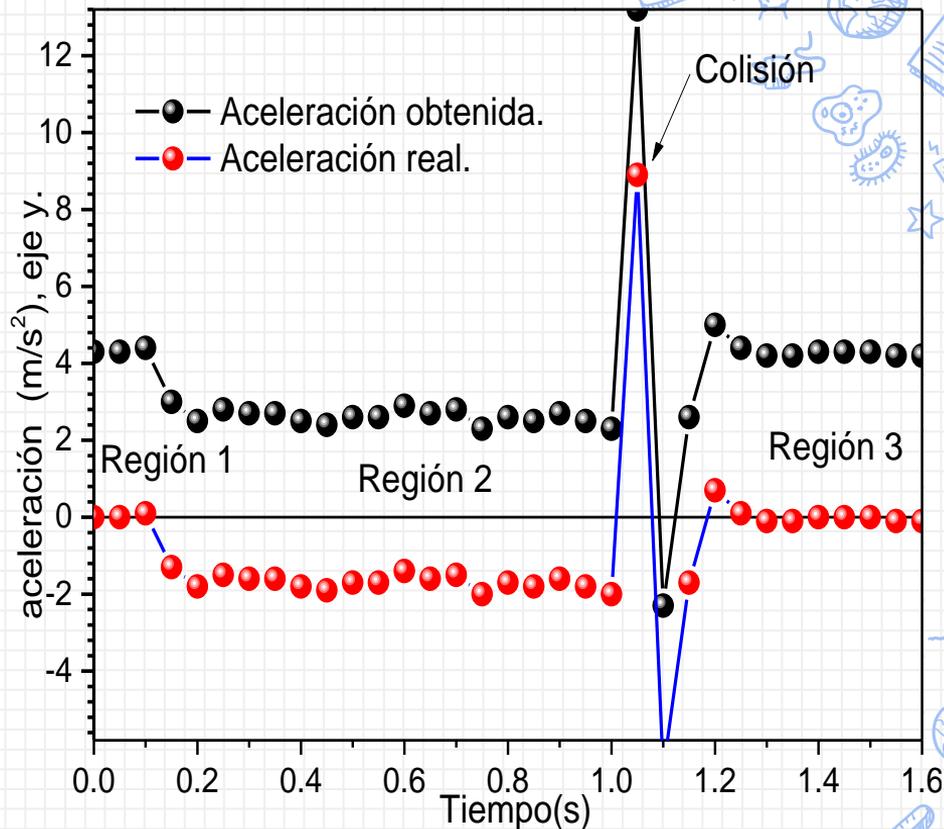


Fig. 7 Ajuste de datos experimentales para tener la aceleración real del sistema, la región 2 corresponde al comportamiento de la aceleración del objeto sobre el plano.

# Estimación del coeficiente de fricción cinética.

La aceleración del bloque es casi constante, pero estrictamente no lo es, y esta dada por;

$$a(m/s^2) = -1.685 \pm 0.1$$

Haciendo una aproximación, el bloque se desliza con una aceleración alrededor de 1.685 m/s<sup>2</sup>.

Para el bloque que se desliza sobre una pendiente cuya inclinación es de 35°, puede estimarse el coeficiente de fricción cinético mediante la expresión,

$$\mu = \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta} = \frac{9.8 * \sin 35^\circ - 1.685}{9.8 * \cos 35^\circ}$$

Por tanto se obtiene un coeficiente de fricción del bloque de  $\mu = 0.49 \pm 0.6$ .

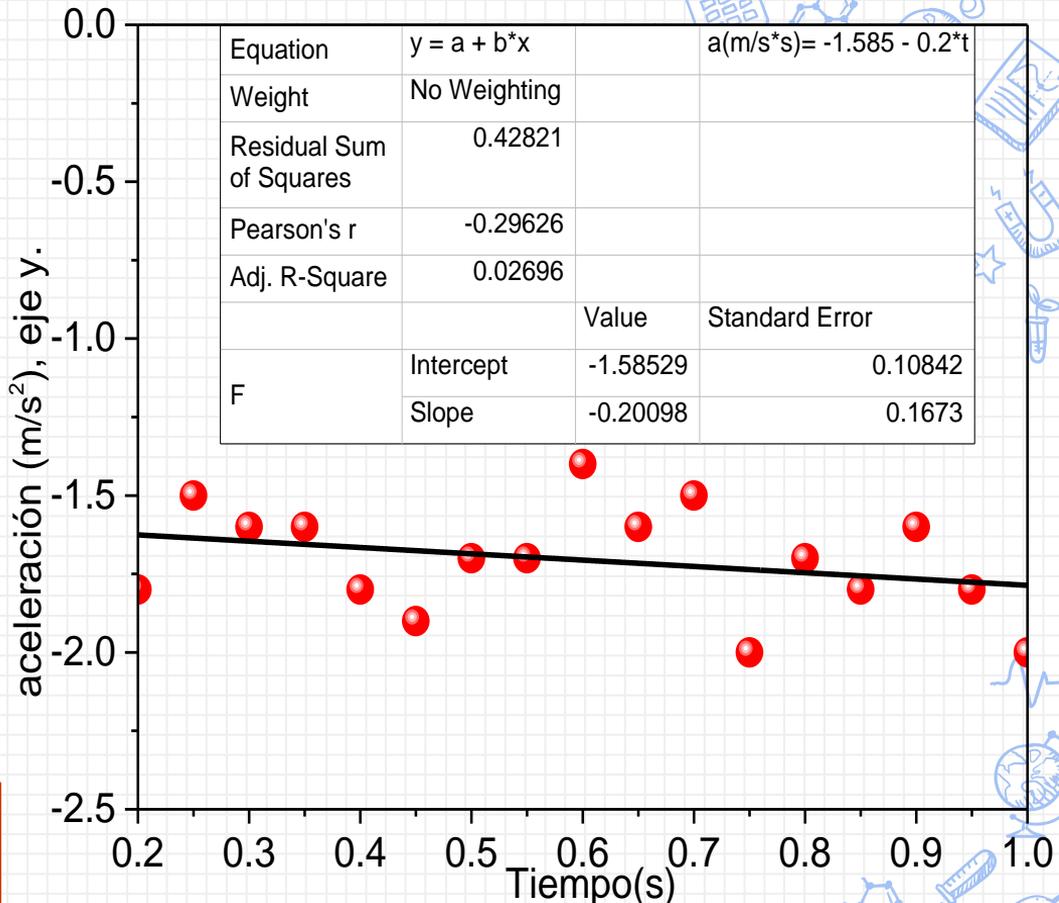
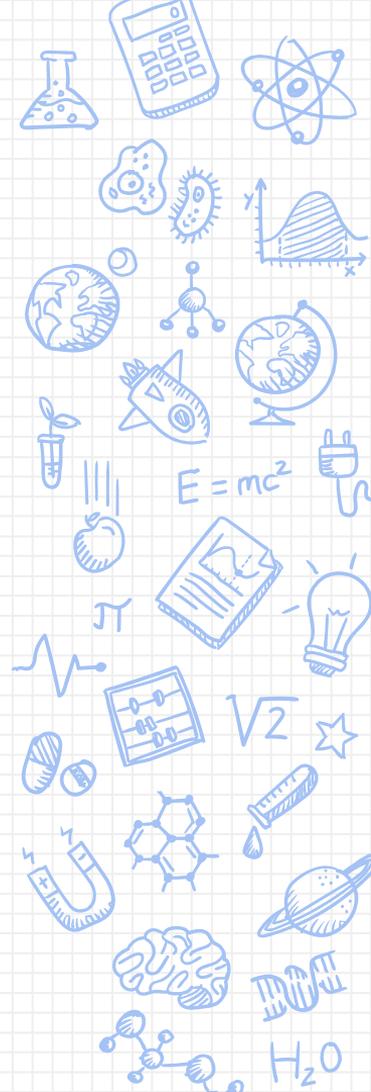


Fig. 8 Ajuste lineal de datos experimentales de aceleración del bloque dada por  $a(m/s^2) = -1.685 \pm 0.1$ . Este tipo de ajuste también puede obtenerse en Excel.

## Conclusión

---

Se presento un ejemplo de la estimación del coeficiente de fricción cinética empleando un celular y las aplicaciones móviles integradas para la medición y procesamiento de variaciones de aceleración. Este experimento puede extenderse de forma general para la estimación de coeficiente de fricción para diferentes superficies a diferentes ángulos de inclinación. Adicionalmente, puede emplearse en la mayoría de experimentos de cinemática y dinámica, sobre todo cuando no se cuenta con la infraestructura necesaria en el laboratorio, por tanto esta herramienta didáctica interactiva y amigable motivara el interés de los estudiantes en el uso de la tecnología.



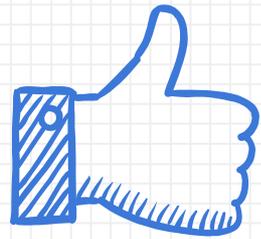
## Referencias

---

[1] Irene Amerini, Paolo Bestagini, Luca Bondi, Roberto Caldelli, Matteo Casini, Stefano Tubaro, "Robust smartphone fingerprint by mixing device sensors features for mobile strong authentication" in Proc. IS&T Int'l. Symp. on Electronic Imaging: Media Watermarking, Security, and Forensics, 2016, <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2016.8.MWSF-088>

[2] Tiplens, E. (2012). *Física. Conceptos y Aplicaciones 7ª edición*. Mexico: McGraw-Hill.

[3] Pasco scientific/SPARKvue software para aplicaciones móviles, 2014, Multiplataforma de adquisición de datos y software de análisis de datos, <https://www.pasco.com/products/software/sparkvue>



Gracias  
por su  
atención