UNIVERSIDAD DE JAÉN

Departamento de Física

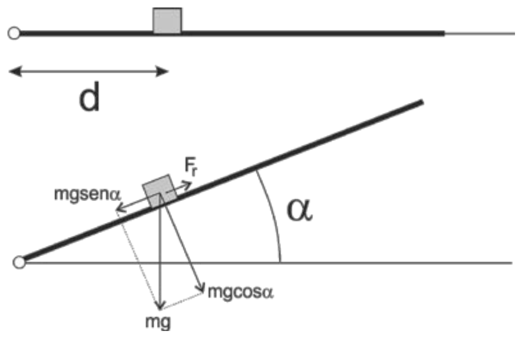
Nombre y apellidos ....

Centro ....

Ciudad ....

La siguiente experiencia de laboratorio tiene como finalidad obtener el valor del coeficiente de rozamiento estático entre dos materiales y el valor de la gravedad local mediante un experimento basado en el plano inclinado.

a) Cuando un cuerpo está sobre un plano inclinado, la fuerza de su peso (mg) se descompone en una fuerza normal (F_n) que es contrarrestada por la reacción del plano y en otra fuerza tangencial (F_t) que tiende a mover el cuerpo en la dirección del plano. Esta fuerza es mayor cuanto mayor es el ángulo de inclinación del plano. La fuerza de rozamiento (F_r) se opone a este movimiento, y es proporcional, como es conocido, al valor de la fuerza normal.

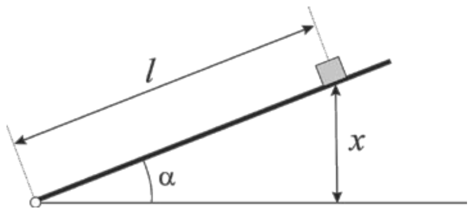


Consideremos inicialmente una masa situada sobre un plano horizontal. Si vamos levantando el plano poco a poco, el cuerpo comenzará a moverse cuando la fuerza tangencial supere a la de rozamiento. En esa situación se cumple:

$$mg\,\mathrm{sen}\,\alpha = \mu_e mg\cos\alpha \qquad \text{y por tanto:} \qquad \boxed{\mu_e = \mathrm{tg}\alpha} \quad ◄$$

Para obtener el coeficiente de rozamiento se ha procedido de la siguiente forma:

Se ha colocado la pieza sobre el plano, situado al principio horizontalmente, a distintas distancias del origen y se ha variado lentamente su inclinación hasta que comienza a moverse. Se han medidos las distancias *x* y *l* señaladas en la figura 8 veces obteniéndose los siguientes resultados:



	x (cm)	*l (cm)*	*tg α*
1ª medida	5	33	0,153
2ª medida	7	46	0,154
3ª medida	10	61	0,166
4ª medida	11	76	0,146
5ª medida	12	79	0,154
6ª medida	19	130	0,148
7ª medida	21	149	0,142
8ª medida	13	150	0,155
Promedio			0,152

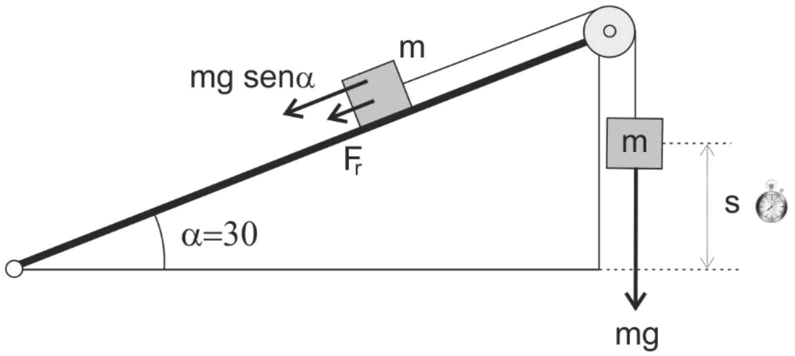
Realice los cálculos necesarios para obtener el valor de μ_e y haga una estimación error cometido.
Tomando las máximas desviaciones respecto a la media

$$\boldsymbol{\mu_e = 0{,}152 \pm 0{,}014} \quad ◄$$

b) Para determinar el valor de la gravedad se ha procedido de la siguiente manera.

b.1.) Por procedimientos indirectos se ha determinado el coeficiente de rozamiento dinámico obteniéndose un valor de $\mu_d = 0{,}139$

b.2.) A continuación, se ha realizado el siguiente montaje



Se han colocado dos masas idénticas a ambos lados del plano que forma un ángulo fijo de 30º, y en distintos lugares del mismo (y por tanto con distintos valores de *s*) y se han cronometrado los tiempos que han tardado en recorrerse esa distancia.

En la figura debe cumplirse

$$mg - mg\, sen\,\alpha - \mu_d\, mg\, cos\,\alpha = 2ma$$

y como es un movimiento uniformemente acelerado $s = \frac{1}{2}at^2$

por lo que, como la masa puede simplificarse y sacando g factor común, la expresión queda

$$g(1 - sen\,\alpha - \mu_d\, cos\,\alpha)t^2 = 4s$$

donde la expresión que figura en el paréntesis de la anterior ecuación es, para un ángulo determinado, una constante $k\,(\mu_d\,,\alpha)$ que depende del coeficiente de rozamiento dinámico y del ángulo α.

Se han realizado 10 medidas de *s* y *t* dadas en la siguiente tabla (SI).

s	0,075	0,025	0,035	0,02	0,06	0,09	0,105	0,125	0,145	0,1
t	0,284	0,164	0,194	0,14	0,260	0,311	0,336	0,354	0,395	0,328

Se pide:

Obtenga el valor de la $k\,(\mu_d\,,\alpha)$ para el ángulo al que se ha situado el plano y el valor del coeficiente de rozamiento dinámico proporcionado

$$k(\mu_d\,,\alpha) = 1 - sen\,\alpha - \mu_d\, cos\,\alpha = 1 - 0{,}5 - 0{,}139 \cdot 0{,}866 = 0{,}379 \simeq 0{,}38 \quad \blacktriangleleft$$

Haga una gráfica de *s* frente a t^2 y a partir de ella determine el valor de *g*. Haga una estimación del error cometido en la determinación de g

Sustituyendo el valor de la constante la ecuación queda

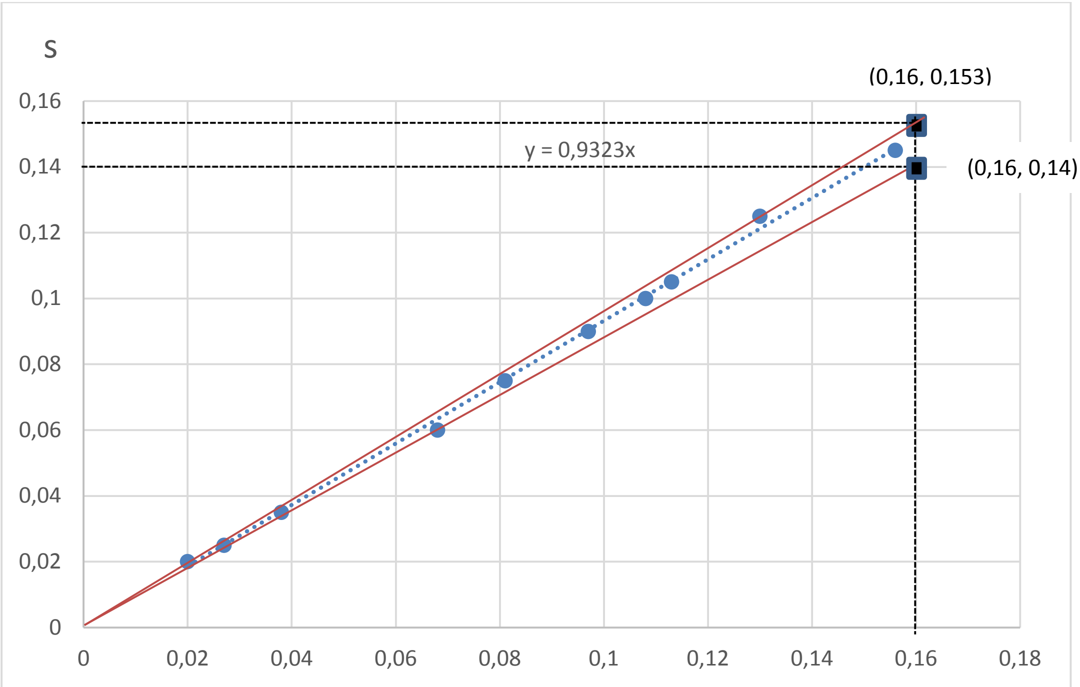
$$g(1 - sen\,\alpha - \mu_d \cos\alpha)t^2 = 4s \quad \rightarrow \quad 0{,}38 \cdot g \cdot t^2 = 4s \quad \rightarrow \quad s = 0{,}095 \cdot g \cdot t^2 \quad \blacktriangleleft$$

Por tanto, *s* frente a t^2 debe ser una línea de pendiente *0,095 g*

Obteniendo el valor de t^2

s	0,075	0,025	0,035	0,02	0,06	0,09	0,105	0,125	0,145	0,1
t	0,284	0,164	0,194	0,14	0,260	0,311	0,336	0,354	0,395	0,328
t^2	0,081	0,027	0,038	0,020	0,068	0,097	0,113	0,125	0,156	0,108

Haciendo la gráfica



La línea azul representa la línea de ajuste que posee una pendiente de 0,9323. Identificando ese valor con la pendiente teórica $s = 0{,}095 \cdot g \cdot t^2$

$$s = 0{,}095 \cdot g \cdot t^2 \quad \rightarrow \quad g = \frac{0{,}9323}{0{,}095} = 9{,}81 ms^{-2} \quad \blacktriangleleft$$

Para estimar los errores a partir de la gráfica debemos ver las pendientes máximas y mínimas de las rectas correspondientes a los puntos más desviados de la recta de ajuste. Fijándonos en las líneas naranjas correspondientes a dos puntos de esas líneas, sus pendientes son aproximadamente:

$$m_1 = \frac{0{,}153}{0{,}16} = 0{,}956 \quad \text{y} \quad m_1 = \frac{0{,}14}{0{,}16} = 0{,}875$$

Que se corresponderían con valores de g $g_1 = \dfrac{0,956}{0,095} = 10,06\, ms^{-2}$ y $g = \dfrac{0,875}{0,095} = 9,21 ms^{-2}$

Podemos considerar como intervalo de error el valor medio de la diferencia entre ambos valores

$$\Delta g = \frac{10,06 - 9,21}{2} = 0,425 ms^{-2}$$

Por tanto, el valor de g sería:

$$g = 9,81 \pm 0,42 ms^{-2} \quad \blacktriangleleft$$