

## DETERMINACION DE LA FUERZA DE FRICCION EN EL RIEL DE AIRE

E. Carvajal  
Departamento de Física y Electrónica  
Universidad de Córdoba, Montería

### RESUMEN

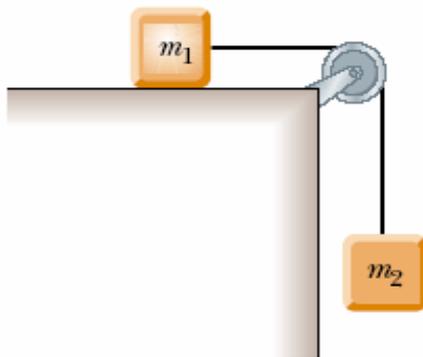
En el presente trabajo se determina la fuerza de fricción que se encuentra presente en el experimento del riel de aire, en dos condiciones: cuando se varía la masa y cuando se varía la corriente de aire, usando para ello una comparación entre los datos experimentales y los datos teóricos, en donde se desprecia el rozamiento, esto es con el fin de hacer que la experiencia con el riel de aire sea cada vez más semejante a la realidad al incluir los efectos que antes no eran considerados (fuerzas de rozamiento) y además estimar el orden de la misma, para esto se usó el riel de aire de Phywe, una bomba de aire, un deslizador, pesas, contadores, y barreras ópticas.

### 1. TEORÍA RELACIONADA

Consideremos el sistema mostrado en la figura 1, las superficies son lisas y podemos despreciar la fricción, las ecuaciones de movimiento de cada una de las masas son las siguientes:

$$T = m_1 a_1 \quad (1) \quad \text{y} \quad T - m_2 g = -m_2 a_1 \quad (2)$$

Encontrando una expresión para la aceleración del sistema obtenemos de ecuación (1) y (2):



**Figura 1.** Esquema que simula el riel de aire

$$a_1 = (m_2 / m_1 + m_2) g \quad (3)$$

Que sería la expresión de la aceleración cuando en el sistema se desprecia la fricción. Si tomamos el sistema como un todo (ambas masas) tendríamos que:

$$m_2 g = (m_1 + m_2) a_1 \quad (4)$$

Es decir el sistema se ve acelerado por el peso colgante. Cuando tenemos en cuenta la fricción en el sistema (sin especificar de que tipo), se obtendría

$$m_2 g - f_r = (m_1 + m_2) a_2 \quad (5)$$

En donde  $a_2$  sería la nueva aceleración del sistema debido a la presencia de fricción, esta aceleración corresponde al caso real en el que existen estas fuerzas y serán obtenidos al comparar la ecuación teórica del movimiento acelerado ( $x = x_0 + v_0 t +$

$a t^2 / 2$ ) con la regresión cuadrática obtenida al graficar los datos.

De ecuaciones (4) y (5) se obtiene:

$$f_r = (m_1 + m_2) (a_1 - a_2) \quad (6)$$

Que es la forma de obtener la fricción que se encuentra presente en el sistema [1]

### 2. PROCEDIMIENTO

Realizamos el montaje experimental como se muestra en la figura 2. Se midieron las distancias a las cuales se colocaron las barreras. Para iniciar colocamos masa al sistema, colocando masas sobre el deslizador y sobre el porta pesas atado a la cuerda de tal forma que  $m_1 = 241 \text{ g}$  (masa del deslizador) y  $m_2 = 11 \text{ g}$  (porta pesas), seguidamente se suministró una corriente de aire máxima al riel, disparamos el deslizador y tomamos los tiempos registrados en cada una de las barreras, estos valores se llevaron a una tabla, luego se varía  $m_1$  y  $m_2$  de la siguiente manera: se quitaron  $2 \text{ g}$  a  $m_1$  y se le adicionaban a  $m_2$ . Se tomaron los tiempos respectivos y se midieron los espacios recorridos y se llevaron a una tabla. Por último fijamos las masas del sistema y variamos la corriente de aire, tomamos los diferentes tiempos y espacios recorridos y se llevaron a una tabla. Con los valores de obtenidos realizamos las gráficas de posición contra tiempo y por aproximaciones cuadráticas obtenemos los valores de la aceleración experimental. La aceleración teórica fue hallada por medio de la ecuación (1), luego se usó la ecuación (6) y de esta forma se halló la fricción.

### 3. RESULTADOS

En las tablas siguientes se resumen los resultados de las mediciones hechas con máxima corriente de aire:

t(s)	$\Delta X$ (cm)
0,494	6,4
1,144	29,9
1,665	61,6
2,024	89,5

**Tabla 1.**  $\Delta x$  vs t (con  $m_1=241g$  y  $m_2=11g$ )

t(s)	$\Delta X$ (cm)
0,474	6,4
1,075	29,9
1,555	61,6
1,885	89,5

**Tabla 2.**  $\Delta x$  vs t (con  $m_1=239g$  y  $m_2=13g$ )

t(s)	$\Delta X$ (cm)
0,437	6,4
0,995	29,9
1,441	61,6
1,748	89,5

**Tabla 3.**  $\Delta x$  vs t (con  $m_1=237g$  y  $m_2=15g$ )

t(s)	$\Delta X$ (cm)
0,417	6,4
0,942	29,9
1,351	61,6
1,649	89,5

**Tabla 4.**  $\Delta x$  vs t (con  $m_1=235g$  y  $m_2=17g$ ).

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos al variar la corriente de aire y mantener las masas constantes:

t(s)	$\Delta X$ (cm)
0,395	6,4
0,891	29,9
1,288	61,6
1,561	89,5

**Tabla 5.**  $\Delta X$  vs t para corriente de aire nivel 4 (con  $m_1=233g$  y  $m_2=19g$ )

t(s)	$\Delta X$ (cm)
0,383	6,4
0,874	29,9
1,266	61,6
1,536	89,5

**Tabla 6.**  $\Delta X$  vs t para corriente de aire nivel 3 (con  $m_1=233g$  y  $m_2=19g$ )

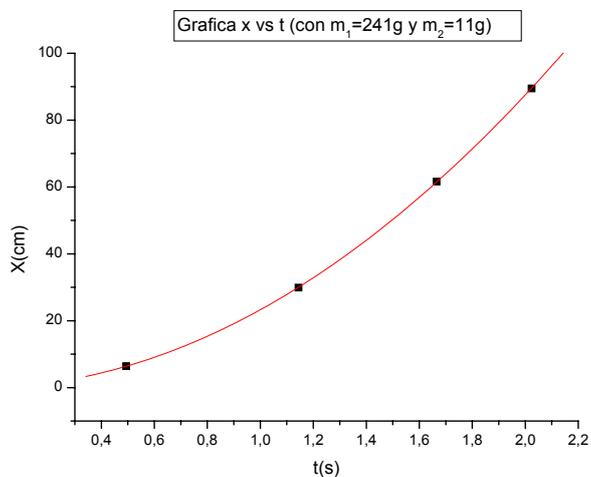
t(s)	$\Delta X$ (cm)
0,393	6,4
0,885	29,9
1,278	61,6
1,548	89,5

**Tabla 7.**  $\Delta X$  vs t para corriente de aire nivel 2 (con  $m_1=233g$  y  $m_2=19g$ )

t(s)	$\Delta X$ (cm)
0,395	6,4
0,889	29,9
1,285	61,6
1,558	89,5

**Tabla 8.**  $\Delta X$  vs t para corriente de aire nivel 1 (con  $m_1=233g$  y  $m_2=19g$ )

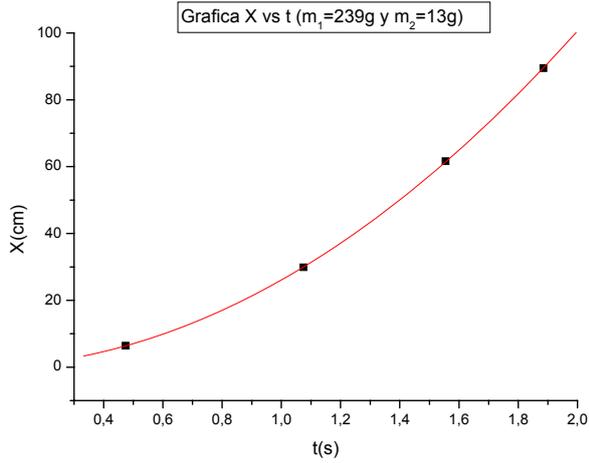
A continuación se muestran las graficas de los datos obtenidos con corriente máxima, con su respectiva regresión:



Polynomial Regression

$$Y = A + B_1X + B_2X^2$$

Parameter	Value
A	-0,03338
B1	2,85661
B2	20,4613
R-Square(COD)	SD
0,99999	0,20523

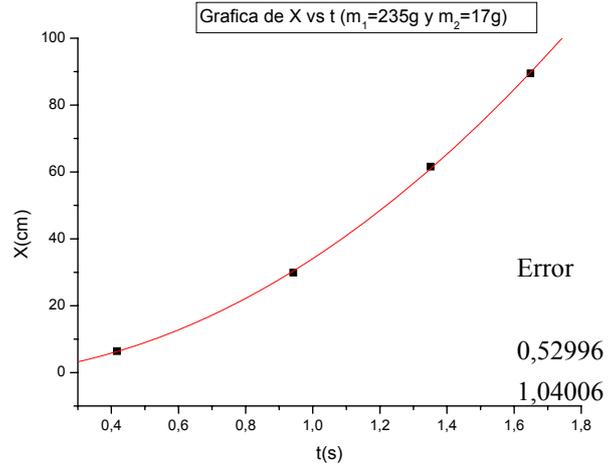


Polynomial Regression  
Y = A + B1\*X + B2\*X<sup>2</sup>

Parameter	Value
A	0,04224
B1	2,24042
B2	28,01817
R-Square(COD)	SD
0,99999	0,20024

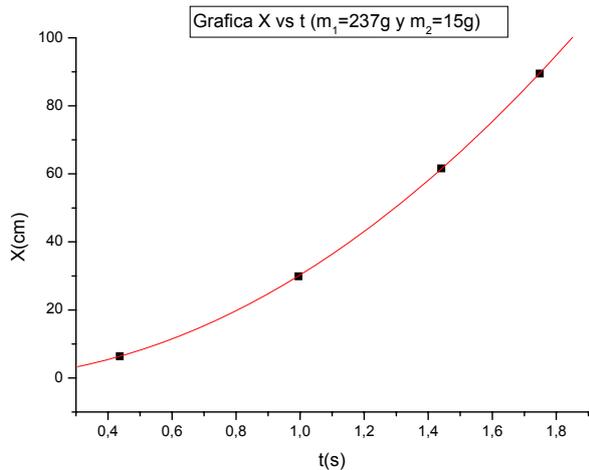
Polynomial Regression:  
Y = A + B1\*X + B2\*X<sup>2</sup>

Parameter	Value
A	0,09181
B1	1,7593
B2	24,24735
R-Square(COD)	SD
0,99999	0,18906

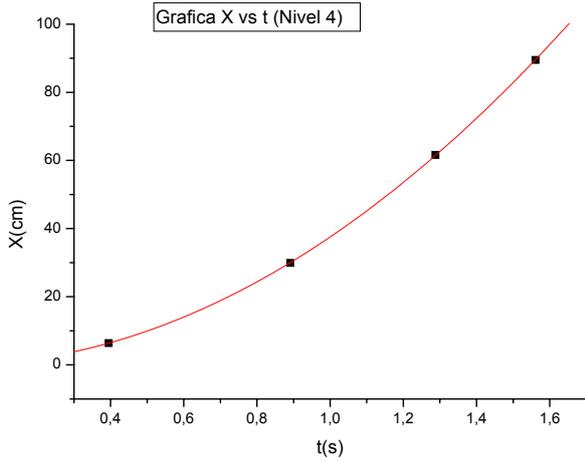


Polynomial Regression  
Y = A + B1\*X + B2\*X<sup>2</sup>

Parameter	Value
A	-0,69967
B1	3,83419
B2	30,9483
R-Square(COD)	SD
0,99982	0,8467
	4

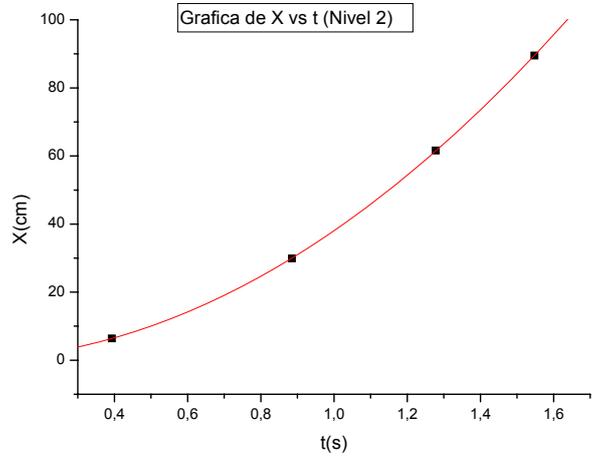


A continuación se grafican los datos obtenidos con corrientes variables de los niveles, 4, 3, 2, 1 y masas constantes.



0,99999

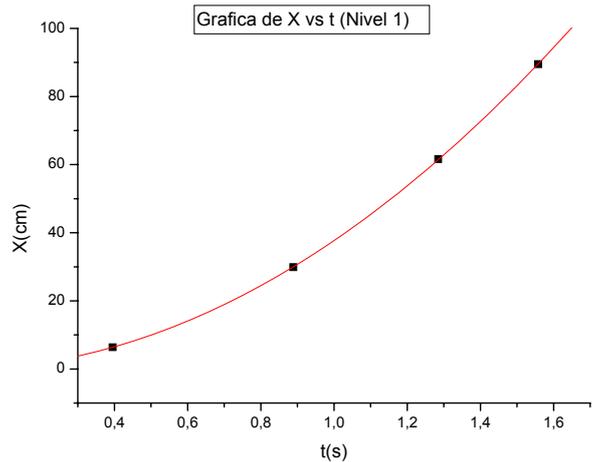
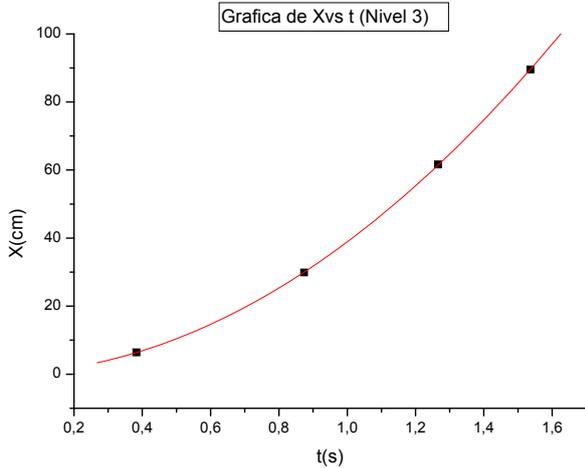
0,20924



Polynomial Regression  
 $Y = A + B1*X + B2*X^2$

Parameter	Value
A	0,00938
B1	2,13573
B2	35,38376
R-Square(COD)	SD
0,99999	0,18692
	0,003

Parameter	Value	Error
Polynomial Regression		
$Y = A + B1*X + B2*X^2$		
Error		
0,52793		
1,24858		
Parameter	Value	
A	0,09615	
B1	1,74674	
B2	36,20667	0,0297
	0,62854	
R-Square(COD)	SD	
0,99999	0,1815	



Polynomial Regression  
 $Y = A + B1*X + B2*X^2$

Parameter	Value
A	0,06494
B1	2,5763
B2	36,26039
	0,7269
R-Square(COD)	SD

Parameter	Value	Error
Polynomial Regression		
$Y = A + B1*X + B2*X^2$		
Error		
0,58068		
Parameter	Value	
A	-0,10951	
B1	2,42637	
B2	35,3884	

R-Square(COD)	SD	N	P
0,99999	0,21008	4	0,00334
	4		0,00

Al comparar los resultados de la regresión con lo predicho teóricamente vemos que  $a_2 = 2B_2$ , los valores de la fricción obtenidos para distintos valores de  $m_1$  y  $m_2$  a corriente de aire máxima son mostrados a continuación:

$m_1$ y $m_2$ (Kg.)	$f_r(N)$
0,241 y 0,011	$5,04 \cdot 10^{-3}$
0,239 y 0,013	$2,52 \cdot 10^{-3}$
0,237 y 0,015	0,02
0,235 y 0,037	0,02

A continuación se tabulan los valores de la fricción cuando solo se cambia la corriente de aire

Nivel de corriente de aire	$f_r(N)$
4	$7,56 \cdot 10^{-3}$
3	$2,52 \cdot 10^{-3}$
2	$5,04 \cdot 10^{-3}$
1	$7,56 \cdot 10^{-3}$

#### 4. ANALISIS

Al analizar los datos que se obtuvieron al tener la corriente de aire máxima se puede ver que los valores de la fricción no son significativos excepto para las dos ultimas medidas es decir para los valores en el que la masa colgante aumenta. Los datos en el que se varía la corriente de aire muestran que los valores de la fricción son poco significativos y además poseen el mismo orden, podemos referirnos al riel de aire como un aparato de minimización de errores ya que los valores de fricción calculados son pequeños y pueden ser fácilmente despreciados en una practica de movimiento uniformemente acelerado. Estos datos obtenidos nos ayudan a obtener mejores medidas para cuando se desee mayor precisión en el experimento, y además se propone una forma didáctica para el cálculo de la fricción en el riel de aire.

#### 5. REFERENCIAS

[1]<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/circular1/circular1.htm>