

## Conservación de la Energía Mecánica



En este experimento  
determinará la  
constante de  
elasticidad de un par  
de resortes de aro.

Con esta  
información  
verificará la  
transferencia y  
conservación de la  
energía potencial  
elástica a energía  
cinética y potencial  
gravitacional.



1. LabQuest Stream
2. Carro con sensor de movimiento
3. Juego de masas para carro
4. Riel de baja fricción
5. Resorte de aro
6. Flexómetro
7. Nivel y escuadra digital
8. Accesorio riel de baja fricción
9. Motion Encoder
10. Abrazadera de varilla para riel
11. Sensor de fuerza
12. Soporte universal con varilla

Toma de Datos I

En esta primera parte se medirá la constante de elasticidad del resorte de aro.

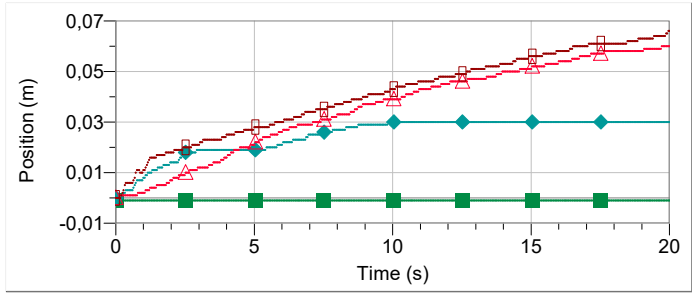
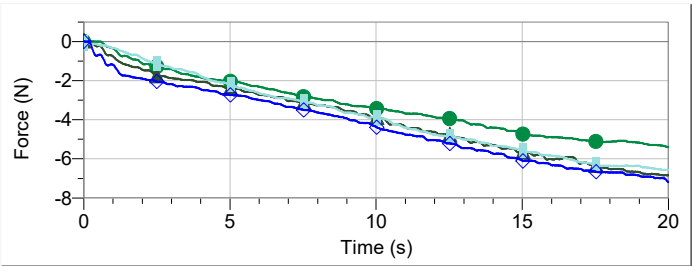
Para este fin, tome medidas de fuerza vs tiempo y posición vs tiempo.

Usando la ley de Hooke podrá obtener la constante k.

No olvide guardar los datos con **Ctrl+L**

Force  
-0,024 N

Position  
0,000 m



## Toma de Datos II

Con el encoder del riel registre: la compresión del resorte x y la velocidad a la que sale el carro.

Realice esto para al menos 4 compresiones diferentes.

Ajuste el cero del encoder del riel cuando sea necesario.

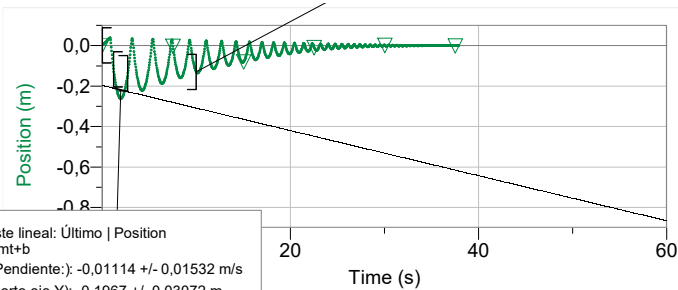
En esta parte no debe guardar los datos de cada serie.

Datos 2 Parte		
	Xmax (m)	v (m/s)
1	0,026	-0,2399
2	0,032	-0,237
3	0,043	-0,428
4	0,052	-0,5606
5	0,061	-0,6574
6		
7		

Masa\_Carro\_Datos2  
0,694 kg

Estadísticas de: Último | Position  
mín: -0,2620 en 1,960 máx: 0,03900 en 0,8000  
promedio: -0,1061 mediana: -0,1160  
desv. est.: 0,08741 muestras: 251  
 $\Delta x$ : 0,301

Position  
0,000 m



Ajuste lineal: Último | Position  
 $x = mt + b$   
m (Pendiente): -0,01114 +/- 0,01532 m/s  
b (Corte eje Y): -0,1967 +/- 0,03072 m  
Correlación: -0,1220  
RMSE: 0,03979 m



### Toma de Datos III

Incline el plano aproximadamente 2° y registre la compresión máxima y la distancia máxima que recorre el carro antes de devolverse.

Por cada set de datos tome al menos 4 mediciones con la herramienta [Analizar / Estadísticas](#) y un rango adecuado

No olvide ajustar el cero del encoder del riel justo cuando el carro toca al resorte (sin compresión).

Anote el ángulo medido en el parámetro dispuesto para tal fin.

Repita estas mediciones para 2 compresiones iniciales diferentes.

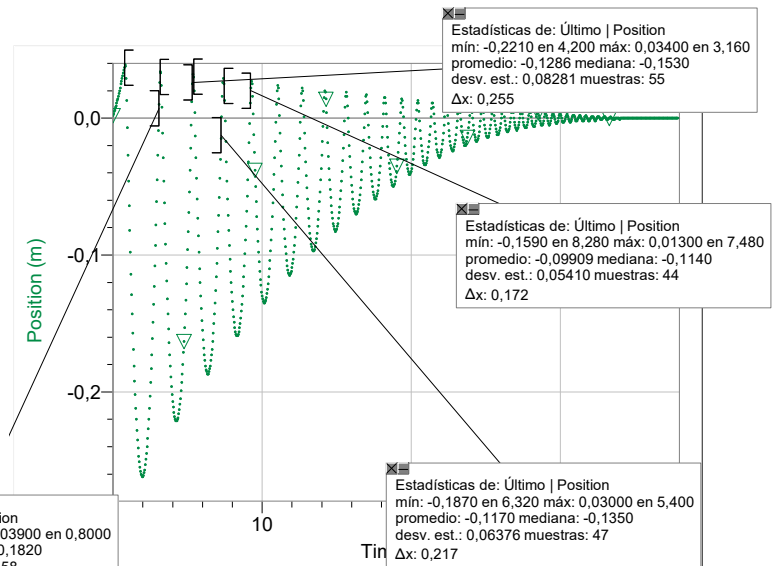
Datos 3 Parte		
	Xmax (m)	dmax (m)
1	0,039	0,262
2	0,034	0,22
3	0,03	0,187
4	0,013	0,159
5		
6		
7		

Masa\_Carro\_Datos3  
0,568

Position  
0,000 m

Ángulo\_Inclinación  
3,250 °

Estadísticas de: Último | Position  
mín: -0,2620 en 1,960 máx: 0,03900 en 0,8000  
promedio: -0,1560 mediana: -0,1820  
desv. est.: 0,09550 muestras: 58  
Δx: 0,301



## Análisis Cualitativo

-Si el resorte comprimido una distancia  $x$  requiere de una fuerza  $F$  y almacena una energía  $E$ . ¿Cuál es la fuerza requerida y la energía almacenada si se duplica la compresión?  
Según la fórmula  $U_{el} = E_i = 0,5 \cdot kx^2$ , que relaciona la distancia  $x$  que requiere una fuerza  $F$  para almacenar  $E$ , y la fuerza que se requiere en este caso es  $F_i = -kx$ , entonces:

Si  $x$  se duplica, la  $E = 2E_i$ . La fuerza ahora sería  $2F_i$ .

-Diga cuáles son las energías presentes en la parte 3 de toma de datos y discuta cómo se transfiere esta energía.

En esta parte del laboratorio, las energías presentes son la potencial elástica y la potencial gravitacional. Cómo en este experimento las fuerzas que actúan son conservativas, la energía mecánica total se debería conservar. Esto quiere decir que  $U_{el} = U_{fg}$ . En otras palabras, mientras la energía potencial elástica disminuye, la energía potencial gravitacional aumenta y viceversa, durante todo el trayecto. En este experimento esto no ocurre, porque el resorte usado no es ideal, y no se tiene en cuenta la fricción ni la resistencia del aire, que transforman la energía en calor.

-¿Qué papel juega la fricción en todo el experimento?

La fricción es una fuerza no conservativa, es decir, depende de la trayectoria del movimiento. Esta fuerza hace que la energía mecánica total no se conserve, transformando parte de esta energía en calor o deformaciones en los cuerpos.

¿Que formas de disipación de energía adicionales tendría en cuenta?

Las otras formas de disipación de energía adicionales que se podrían tener en cuenta sería la fuerza de resistencia del aire y forma de calor.

-En la parte de toma de datos 2, ¿qué pasa con la velocidad si la masa del carro aumenta y la compresión del resorte se mantiene constante?

Sabemos que  $U_{el} = K_f$ , entonces  
 $0,5 \cdot kx^2 = 0,5 \cdot mV^2$ , ---->  $V^2 = (kx^2/m)$

Si la masa del carro aumenta  $n$  veces, pero la compresión del resorte se mantiene constante, esto ocasionará:  
 $0,5 \cdot kx^2 = 0,5 \cdot (mn)V_e^2$ , ---->  $V_e^2 = (kx^2/m) \cdot 1/n = V^2 \cdot 1/n$

Es decir, si la masa del carro aumenta  $m \cdot n$  veces, mientras la compresión del resorte se mantiene constante, la velocidad del auto disminuirá  $1/n$  veces.

## Análisis Cuantitativo I

De los datos de la primera parte, realice una gráfica de Fuerza vs compresión y determine de allí un valor para la constante del resorte k.

Anote este valor en el parámetro mostrado en esta página. Discuta el valor de su incertidumbre.

Comente sus resultados.

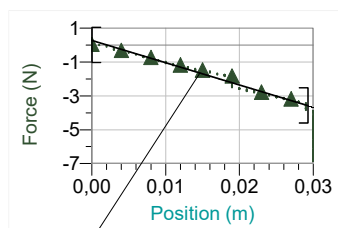
$F = -K\Delta x$ . Esto quiere decir que la pendiente entre F y x, nos da la constante K.

En la serie1 K = 131,7 +/- 1,397

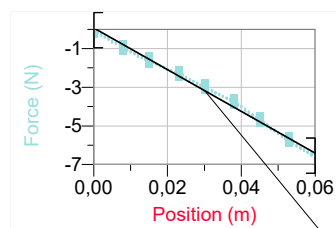
En la serie2 K = 107,9 +/- 0,3814

En la serie 3, K= 111,7 +/- 0,3849

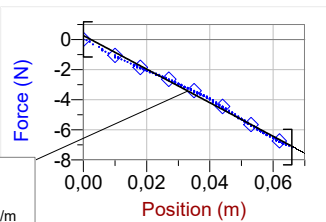
Entonces K promedio = 117,1 +/- 0.7211



Ajuste lineal: Serie 1 | Force  
Force = mx+b  
m (Pendiente): -131,7 +/- 1,397 N/m  
b (Corte eje Y): 0,2801 +/- 0,02887 N  
Correlación:-0,9866  
RMSE: 0,1634 N



Ajuste lineal: Serie 2 | Force  
Force = mx+b  
m (Pendiente): -107,9 +/- 0,3814 N/m  
b (Corte eje Y): 0,06534 +/- 0,01512 N  
Correlación:-0,9969  
RMSE: 0,1530 N



Ajuste lineal: Serie 3 | Force  
Force = mx+b  
m (Pendiente): -111,7 +/- 0,3849 N/m  
b (Corte eje Y): 0,2663 +/- 0,01694 N  
Correlación:-0,9970  
RMSE: 0,1431 N

k  
117,100 N/m



## Análisis Cuantitativo II

Calcule una nueva columna que sea la energía potencial elástica. Con la masa del carro y la velocidad calcule la energía cinética del carro justo cuando deja el resorte.

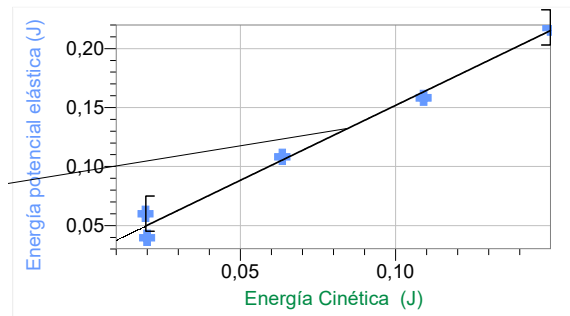
Calcule una nueva columna que sea la diferencia entre energía potencial elástica y energía cinética. Discuta sus resultados. ¿Se cumple la conservación de la energía mecánica?

En este caso, se puede ver no hay una conservación total de la energía mecánica. Esto se debe a que el resorte no es ideal, lo que significa que se pierde energía en forma de calor ó la fricción incide en este movimiento.

Realice una gráfica de energía potencial elástica vs energía potencial gravitacional. Ajuste una recta y compare el valor de la pendiente e intercepto con respecto a los esperados de acuerdo a la conservación de la energía.

Se esperaría que  $U_{el} = K$ , por lo cual al graficar estas dos energías su pendiente sea igual a 1. En nuestro caso, se obtuvo una pendiente de 1,271, lo que indica que hubo pérdidas de energía que no se tuvieron en cuenta. Esto significa que no hubo conservación de la energía mecánica.

	Datos 2 Parte				
	Xmax (m)	Velocidad (m/s)	U <sub>el</sub> (J)	K (J)	U <sub>el</sub> vs K (J)
1	0,026	-0,2399	0,040	0,020	0,020
2	0,032	-0,237	0,060	0,019	0,040
3	0,043	-0,428	0,108	0,064	0,045
4	0,052	-0,5606	0,158	0,109	0,049
5	0,061	-0,6574	0,218	0,150	0,068
6					



Ajuste lineal: Datos 2 Parte | Energía potencial elástica  
 $U_{el} = mK + b$   
 m (Pendiente): 1,271 J/J  
 b (Corte eje Y): 0,02483 J  
 Correlación: 0,9939  
 RMSE: 0,009296 J



### Análisis Cuantitativo III

Con los datos de distancia máxima recorrida  $d_{max}$  y el ángulo de inclinación del plano, calcule la distancia que subió el carro  $h$ . Haga esto insertando una columna calculada. Recuerde que el programa calcula el seno del ángulo introducido en radianes.

Calcule la energía elástica almacenada en el resorte y la energía potencial gravitacional con  $h$ .

Inserte una columna calculada que sea la diferencia entre energía potencial elástica y energía potencial gravitacional ¿Se conserva la energía mecánica en este caso? Discuta sus resultados

En este caso, se puede ver no hay una conservación total de la energía mecánica. Esto se debe a que el resorte no es ideal, lo que significa que cada vez que hay una amortiguación en el resorte, el sistema pierde energía en forma de calor, la fricción y la resistencia en el aire también incide en este movimiento, transformando la energía en calor o deformaciones en el cuerpo.

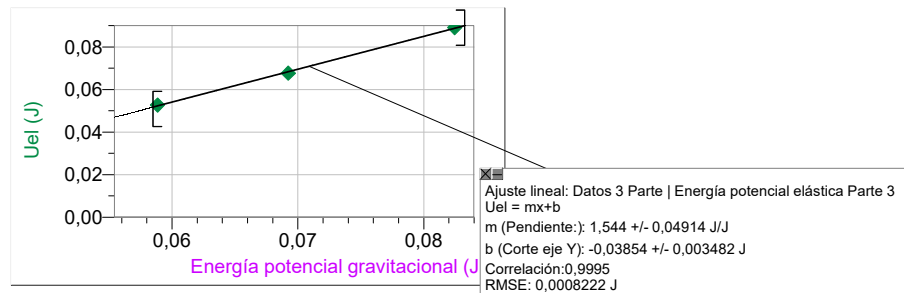
Realice una gráfica de energía potencial elástica vs energía potencial gravitacional. Ajuste una recta y compare el valor de la pendiente e intercepto con respecto a los esperados de acuerdo a la conservación de la energía.

Se esperaría que  $U_{el} = U_g$ , por lo cual al graficar estas dos energías su pendiente sea igual a 1. En nuestro caso, se obtuvo una pendiente de 1,544, lo que indica que hubo pérdidas de energía que no se tuvieron en cuenta. Esto significa que no hubo conservación de la energía mecánica.

Datos 3 Parte						
	Xmax (m)	dmax (m)	Altura (m)	Uel (J)	Ug (J)	Uel vs Ug (J)
1	0,039	0,262	0,015	0,089	0,082	0,007
2	0,034	0,22	0,012	0,068	0,069	-0,002
3	0,03	0,187	0,011	0,053	0,059	-0,006
4	0,013	0,159	0,009	0,010	0,050	-0,040
5						
6						
7						
8						



Ángulo\_Inclinación\_Plano  
3,250 °



## Conclusiones

- Se logro estudiar la relación entre la fuerza y la deformación elástica de un resorte.
- Asimismo, se evidencio como se transforma la energía elástica a energía cinética y a potencial gravitacional. Siguiendo las fórmulas:  $K + U_{el} + U_g = E$ .
- Se vio que aunque teoricamente las transformaciones de las energías debería ser conservativa, no se tiene en cuenta la fricción, que transforma parte de esta energía en calor.

