

## Experimento 5

### SEGUNDA LEY DE NEWTON CON MASA CONSTANTE

#### Objetivos

1. Deducir la aceleración de un carrito de laboratorio a partir de su gráfica de velocidad contra tiempo,
2. Establecer una relación de proporcionalidad entre la aceleración de un sistema de cuerpos en movimiento y la fuerza aplicada, cuando la masa del sistema es constante,
3. Calcular los valores teóricos de la aceleración, dada la fuerza neta y la masa del móvil, y compararlos con los valores medidos, y
4. Corroborar la relación entre la aceleración de un objeto, su masa, y la fuerza neta aplicada al objeto

#### Teoría

Una de las ecuaciones más importantes en la física es la segunda ley de Newton,

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

Donde  $\mathbf{F}$  es la fuerza resultante aplicada sobre un cuerpo de masa  $m$ , y  $\mathbf{a}$ , la aceleración que adquiere por la aplicación de la fuerza. Note que  $\mathbf{F}$  y  $\mathbf{a}$  son vectores. Esta ley establece que la única causa de cambio en el estado de movimiento de un cuerpo es la aplicación de una fuerza externa neta. El propósito de este ejercicio de laboratorio es descubrir qué sucede con la aceleración de un objeto de masa  $m$  cuando se le aplica una fuerza externa neta al objeto. Utilizaremos un sensor para registrar el movimiento de un objeto mientras es acelerado por una fuerza neta. Determinaremos qué le sucede a la aceleración del carro cuando aumentamos la fuerza neta mientras la masa se mantiene constante. Antes debemos recordar que la aceleración es el cambio de velocidad, con respecto al tiempo, cuando este tiende a cero, o bien, que la aceleración es la derivada de la velocidad con respecto al tiempo

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

¿Qué le sucede a un objeto cuando usted le aplica una fuerza externa neta? ¿Cómo cambia su movimiento cuando usted cambia la magnitud de esa fuerza neta? La primera ley de Newton indica que si ninguna fuerza neta actúa sobre un objeto, este se mantiene en reposo, o sigue viajando con rapidez constante, sin cambiar su dirección. La segunda ley establece que cuando actúa una fuerza externa neta sobre un objeto este adquiere aceleración. Si se aumenta la fuerza, se produce una aceleración mayor. Si duplicamos la fuerza se duplica la aceleración, así que podemos decir que la aceleración adquirida es directamente proporcional a la fuerza neta aplicada, o bien,

$$F \propto a$$

A menudo, varias fuerzas actúan simultáneamente sobre un objeto. En tales casos, se considera la resultante, o suma vectorial de todas las fuerzas que actúan. También la segunda ley de Newton indica que la aceleración es inversamente proporcional a la masa, es decir,

$$a \propto 1/m$$

### **Materiales y equipo**

Balanza

Bloque de madera (parachoques)

Interfaz Pasco 750

Pedazo de hilo de 1.2 m de longitud

Pista con carrito

Polea con abrazadera

Porta masas o porta pesas

Sensor de movimiento

Sistema computarizado y programa *DataStudio*

Sistema de masas

### **Procedimiento**

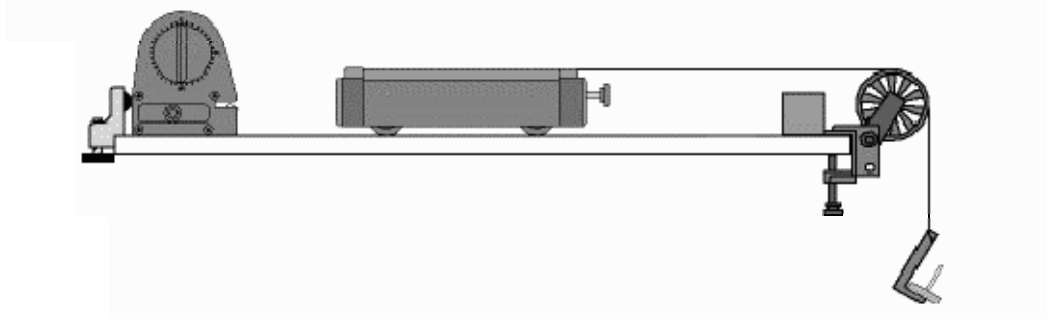
1. Instale el riel, o pista, como se muestra en la figura 1, y asegúrese de que está nivelado. Para nivelarlo, utilice el tornillo de nivelación bajo la pista y hágalo girar hasta conseguir que el carrito permanezca quieto en cualquier punto de la pista



**Figura 1. Riel nivelado. El carro debe permanecer en reposo**

2. Note que el riel tiene uno de sus extremos preparado para la instalación de un sensor de movimiento. Instale el sensor de movimiento
3. Instale la polea en el otro extremo de la pista. Si usted tiene un pedazo de madera, puede colocarlo frente a la polea para detener el carrito
4. Ate al carrito un pedazo de hilo, de aproximadamente 1.2 m de largo
5. Mida la masa del portamasas
6. Agregue una masa de 20 g al portamasas. Anote la masa total en el informe en la segunda columna de la tabla 1
7. Mida la masa del carro
8. Coloque dos masas de 20 g encima del carro

9. Escriba en el informe el valor de la masa del carro más los 40 g añadidos, en la cuarta columna de la tabla 1
10. Ate el portamasas al otro extremo del hilo y páselo por el surco de la polea como ilustra la figura 2



**Figura 2. Sistema completo para la segunda ley de Newton**

11. Ajuste verticalmente la polea hasta lograr que el hilo sea paralelo a la pista
12. Sujete el carro delante del sensor de movimiento a una distancia mínima de unos 15 cm
13. Usted hará tres experimentos con el arreglo descrito anteriormente:
  - a. En el primero, colocará 20 g de masa en el soporte, o porta pesas, y 40 g en el carro
  - b. Para el segundo, transferirá una de las masas de 20 g del carro al porta pesas. La masa total del sistema se mantendrá constante, pero habremos aumentado la fuerza neta
  - c. Para el tercero, transferirá la segunda masa de 20 g del carro al porta masas. Como en los dos casos anteriores, la masa total del sistema seguirá constante, pero aumentaremos nuevamente la fuerza neta **Precaución: En todos los casos detenga el carro antes de que golpee la polea porque el choque podría dañarla.**
14. Primer experimento: Presione la tecla de *Inicio*. Libere el carro. Deténgalo antes de que golpee la polea y presione la tecla *Detener* en el programa. El análisis de la gráfica obtenida en este ejercicio se describirá posteriormente y le llamaremos gráfica 1
15. Segundo experimento: Para hacer la grafica 2, que obtendremos con los siguientes datos, transfiera una masa de 20 g desde el carro al soporte. Registre la masa total del soporte más las masas añadidas. Repita el procedimiento del punto 14. Registre los datos, como antes, en el informe
16. Tercer experimento: Para la grafica 3, transfiera la masa restante de 20 g desde el carro al soporte. Repita el procedimiento de los puntos 14 y 15. Registre la masa total del soporte. Registre los datos como antes

### Cómo hacer las gráficas

1. Presione *Ajustar la escala* para agrandar la grafica y hacerla más precisa de ser necesario. Seleccione con el cursor la parte lineal del gráfico. Vea la figura 3
2. Presione en el menú *Ajustar* y elija *ajuste lineal*
3. La pendiente de la línea,  $m$ , es la aceleración del carrito
4. Después de que registre la pendiente de la recta de la gráfica 1, utilice el menú de los *datos* para seleccionar las gráficas 2 y 3
5. La gráfica de la figura 3 muestra la caja de *Ajuste lineal* con la información correspondiente
6. Registrar en el informe el valor de la pendiente como la aceleración de la grafica 2
7. Después de registrar la pendiente, utilice el menú de los *Datos* para seleccionar la grafica 3
8. Repetir el proceso anterior para obtener la pendiente del tramo recto de la gráfica 3

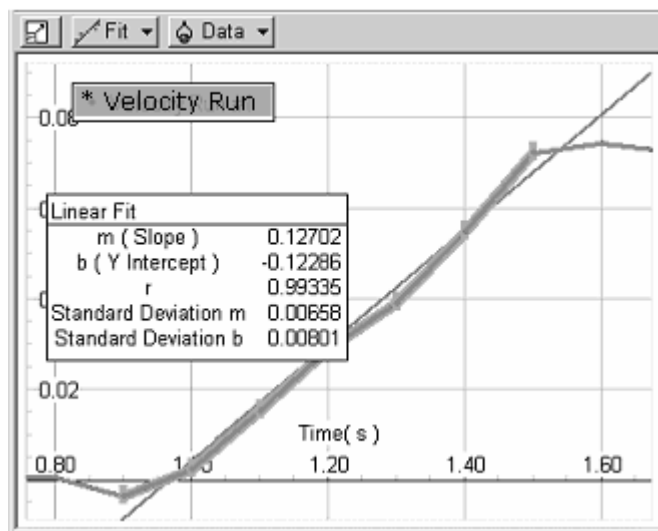


Figura 3 La pendiente del tramo recto es la aceleración

### Preguntas

Contestar correctamente antes de hacer el experimento

1. En la gráfica de velocidad contra tiempo, la pendiente es la:
  - a. Velocidad instantánea
  - b. Aceleración instantánea
  - c. Posición instantánea
  - d. Nada conocido
  - e. Fuerza

2. La velocidad de una partícula está dada por la siguiente función, en m/s:  $v(t) = t^2 + 3t - 9$  donde  $t$  es el tiempo en segundos. La aceleración de la partícula al tiempo  $t = 4$  s es:
- 11 m/s<sup>2</sup>
  - 19 m/s<sup>2</sup>
  - cero
  - No se puede determinar
  - 4.75 m/s<sup>2</sup>
3. Asumiendo masa constante, a mayor fuerza:
- Mayor masa
  - Mayor aceleración
  - Menor masa
  - Menor aceleración
  - No podemos saber
4. Un objeto de 20 kg acelera a 5 m/s<sup>2</sup>. La fuerza aplicada es de:
- 50 N
  - 4 N
  - 100 N
  - No hay Fuerza
  - 35 N
5. Se aplica una fuerza neta de 2800 N a un automóvil de 1400 kg que esta en reposo. La rapidez del automóvil después de 10 s será:
- 2 m/s
  - 5 m/s
  - 10 m/s
  - 20 m/s
  - 3 m/s
6. La siguiente grafica de velocidad vs. tiempo representa el movimiento de un automóvil que viaja en línea recta. Ver la figura 4. La distancia recorrida en el intervalo de 2 s a 5 s es:
- 4 m
  - 12 m
  - 24 m
  - 36 m
  - 60 m
7. La siguiente grafica de velocidad vs. tiempo representa el movimiento de un automóvil que viaja en línea recta. Ver la figura 4. De esta gráfica se puede concluir que:

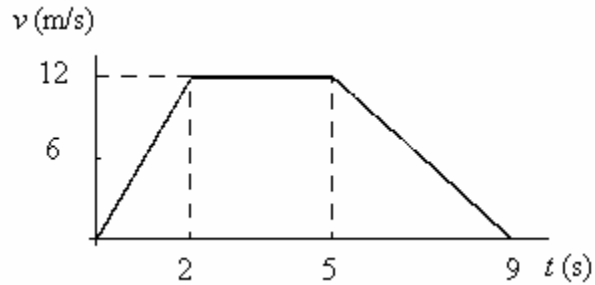


Figura 4 Gráfica de las preguntas 6 y 7

- a. El carro acelera, se detiene y a da reversa
  - b. El carro acelera a  $6 \text{ m/s}^2$  los primeros 2 s
  - c. El carro se mueve en un tiempo total de 12 s
  - d. El carro desacelera a  $12 \text{ m/s}^2$  por los últimos 4 s
  - e. El carro vuelve al punto de partida cuando  $t = 9 \text{ s}$
8. La masa de un salami de 3 lb es de:
- a. 0.31 kg
  - b. 1.36 kg
  - c. 6.6 kg
  - d. 29.4 kg
  - e. 19.2 kg
9. Un  $(1 \text{ kg})(1 \text{ m/1 s}^2)$  equivale a:
- a. 1 m/s
  - b. 1 newton
  - c. 1 julio
  - d. 1 vector
  - e. 1 voltio
10. El peso de un objeto es:
- a. La cantidad de materia que contiene
  - b. La fuerza con la cual es atraído por la Tierra
  - c. Básicamente lo mismo que su masa, pero actúan en direcciones opuestas
  - d. Es una medida de su inercia
  - e. Algo que tiene el mismo valor en cualquier planeta

**Informe del Experimento 5. Segunda ley de Newton con masa constante**

Sección \_\_\_\_\_ Mesa \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiantes:

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_
- 3. \_\_\_\_\_
- 4. \_\_\_\_\_

1. Para cada uno de los tres experimentos, anote la masa del porta masas, o soporte de masas, y calcule la fuerza externa neta. Por ejemplo, para el primer experimento,  $F = (\text{masa del soporte} + 20 \text{ g}) \times 981$ . Escriba ambos valores en la tabla 1. Recuerde convertir las fuerzas a newton (N) antes de escribir su valor en la tabla 1

Tabla 1. Datos iniciales para los tres ejercicios

Experimento	$m_1 =$ masa del soporte + masa añadida al soporte (kg)	Fuerza neta calculada (N) = $m_1g$	$m_2 =$ masa del carro + masa añadida al carro(kg)
1			
2			
3			

2. Según el procedimiento grafique velocidad vs. tiempo para cada experimento, obtenga la pendiente del tramo recto y anote sus resultados en la tabla 2. Incluya sus gráficas en el informe

Tabla 2. Valores de la aceleración

Gráfica	Pendiente = Aceleración ( $m/s^2$ )
1	
2	
3	

## Preguntas

1. ¿Cómo cambió el valor de la aceleración del sistema a medida que aumentamos la fuerza externa con la que halamos el carrito?
2. Calcule la aceleración predicha por la teoría cuando la masa es constante y la fuerza neta aumenta. Use la ecuación que aparece en seguida. Note que la aceleración es el cociente de la fuerza neta dividida entre la masa total. Escriba sus datos en la tabla 3

$$a = \frac{m_1 g}{m_1 + m_2}$$

Tabla 3. Aceleraciones calculadas y medidas

Experimento	Aceleración predicha (m/s <sup>2</sup> )	Aceleración medida (m/s <sup>2</sup> )	Diferencia %
1			
2			
3			

3. Con los datos obtenidos haga una gráfica de fuerza neta (N), de la tercera columna de la tabla 1, vs. aceleración (m/s<sup>2</sup>) medida, de la segunda columna de la tabla 2, y calcule la pendiente de la recta obtenida. La teoría predice que la pendiente de esta recta es la masa total del sistema. Incluya esta gráfica en su informe

$$m = m_1 + m_2 = \frac{\Delta F}{\Delta a}$$

Tabla 3. Comparación de las masas

Masa total medida (kg)	Masa total obtenida de la pendiente (kg)	Diferencia %





