

# Dinámica Experimental

Dr. Roberto J. Guerrero Moreno

Erika Luna Mendoza

Colaboradores: Dr. David Abdel Mejía Medina, Mtra. Maria Berenice Fong Mata,  
Mtro. Luis Ramón Siero González

# Nota al usuario

---

El objetivo de este texto es presentar un conjunto de experimentos que no solo satisfagan las necesidades prácticas que presenta la carta descriptiva del curso de dinámica, sino que apoyen y expandan los contenidos. Los experimentos aquí presentados en su gran mayoría son basados en el equipo de laboratorio de la compañía Pasco<sup>1</sup>, y en particular en la medición por sensores y el manejo de la información adquirida por computadora. Por esta razón, muchas de las prácticas presentadas en este manual son traducciones, con ligeras modificaciones, de aquellas que el equipo PASCO incluye en su paquetería. Sin embargo, se presentan algunas prácticas de laboratorio que salen de este esquema y que utilizan técnicas tradicionales para obtener los datos experimentales.

Recomendamos al lector leer todo el texto previo a las prácticas de laboratorio ya que presentamos descripción del equipo (Capítulo I), de su ensamblaje (Capítulo II) y del uso del programa "*DataStudio*" (Capítulo III), que es la herramienta computacional básica.

Presentamos en los anexos una descripción de un formato de entrega de prácticas de laboratorio, una rúbrica de evaluación para el laboratorio, una versión de los temas de la carta descriptiva y el reglamento de laboratorio.

Finalmente recordemos que independiente a cualquier equipo de laboratorio, la herramienta principal de un estudiante de laboratorio debe ser su curiosidad e ingenio, por eso invitamos al usuario a cuestionar cada parte de las prácticas realizadas y proponer sus propios experimentos.

---

<sup>1</sup> "*Physics Experiment Manual*"; No. de catálogo PASCO CA-6787; Impreso en EUA, ISBN 1-886998-92-2

## Contenido

ÍNDICE GENERAL DE EQUIPO REQUERIDO.....	vi
Equipo con número de parte .....	vi
Material y sustancias adicionales sin número de parte.....	vii
Capítulo I.....	1
Descripción general del equipo .....	1
<i>Descripción grafica del equipo</i> .....	1
Sensor de Movimiento Rotatorio .....	2
Accesorio de Fuerza .....	2
Sensor de Aceleración.....	3
Accesorio de Movimiento Lineal.....	3
Accesorio Rotacional.....	4
Sensor de Movimiento.....	4
Sensor de Fuerza .....	5
Abrazadera en C Grande .....	5
Resorte .....	6
Adaptador para Carros.....	6
Lanzador de proyectiles .....	7
Accesorio Tiempo de Vuelo .....	7
Soporte de Fotocompuerta.....	8
Sistema de Poleas y Fotocompuertas .....	8
Accesorio Descubre Fricción .....	9
Base Universal Grande .....	9
Barras Para Base Universal .....	10
Juego de Masas y Ganchos .....	10
Abrazadera Universal Para Mesa .....	11
Cerca Grande .....	11
Carro Dinámico con Masa .....	12
Pista Dinámica.....	12
Bloque de Fricción.....	13
Polea con Abrazadera .....	13
Auto de colisión .....	14

Fotocompuerta y Cerca.....	14
Accesorio de Abanico.....	15
Accesorio Impulso de Tiempo.....	15
Cabeza de Fotocompuerta.....	16
Auto Motorizado y Auto Motorizado con Velocidad Variable.....	16
Resortes armónicos .....	17
Abrazadera Doble .....	17
Referencias.....	18
Capítulo II.....	20
Ensamblado general del equipo .....	20
<i>Montaje general</i> .....	20
Pista dinámica .....	21
Sensor de movimiento – Adaptador para carros – Carro dinámico .....	21
Fotocompuerta – Pista dinámica .....	22
Carro dinámico – Accesorio de abanico.....	22
Accesorio de abanico – Accesorio pulso de tiempo .....	23
Carro dinámico – Sensor de aceleración .....	23
Lanzador de proyectiles .....	24
Polea .....	24
Referencias.....	25
Capítulo III.....	26
Introducción al programa <i>DataStudio</i> .....	26
<i>Abriendo y utilizando DataStudio</i> .....	26
<i>Descripción de los elementos en la pantalla principal</i> .....	28
Capítulo IV.....	31
Prácticas.....	31
Práctica 1: Movimiento Relativo: Marco de Referencia .....	32
Práctica 2: Velocidad instantánea contra velocidad promedio .....	35
Práctica 3: Velocidad de un carro motorizado.....	39
Práctica 4: Velocidad constante y aceleración constante.....	42
Práctica 5: Aceleración Constante .....	45
Práctica 6. Caída Libre I.....	49

Práctica 7: Aceleración constante en un plano inclinado .....	52
Experimento 1 Acleracion constante.....	53
Experimento 2 Ángulo variable.....	56
Práctica 8: Caída libre II.....	58
Experimento 1 Bola en caída libre .....	59
Experimento 2 Cerca en caída libre .....	61
Práctica 9: Movimiento de proyectiles I .....	63
Exprimiento 1 Tiempo de vuelo horizontal .....	65
Experimento 2 Tiempo de vuelo como función del ángulo .....	67
Práctica 10: Movimiento de proyectiles II .....	69
Experimento 1 Alcance como función de la velocidad inicial .....	72
Experimento 2 Alcance como función del ángulo .....	74
Práctica 11: Primera ley de Newton .....	76
Práctica 12: Segunda Ley de Newton I.....	79
Experimento 1: Masa constante – fuerza variable .....	82
Experimento 2: Fuerza constante - masa variaie.....	84
Práctica 13: Segunda Ley de Newton II.....	87
Experimento 1 Jalar - empujar.....	89
Experimento 2 Máquina de Atwood.....	92
Práctica 14: Tercera ley de Newton.....	95
Práctica 15: Coeficientes de fricción.....	98
Experimento 1 Sensor de fuerza .....	100
Experimento 2 Fotocompuerta.....	104
Práctica 16: Fuerzas de resistencia en fluidos .....	108
Práctica 17: Velocidad terminal .....	112
Experiemento 1 Velocidad terminal para objetos de diferente área de superficie y masa constante .....	114
Experimento 2 Velocidad terminal para objetos de áreas de superficie constante y diferente masa .....	116
Práctica 18: Conservación de momento en colisiones .....	118
Experimento 1 Colisión inelastica .....	120
Experimento 2 Colisión elastica .....	122

Práctica 19: Impulso y cambio de momento .....	124
Práctica 20: Conservación de la energía para un cuerpo en caída libre .....	127
Práctica 21: Ley de Hooke y la energía potencial de un resorte.....	130
Experimento 1 Ley de Hoke .....	132
Experimento 2 Energía potencial de un resorte .....	133
Práctica 22: La conservación de la energía en un péndulo simple .....	135
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	139
BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA .....	139
Apéndice A: Formato de presentación de reportes de laboratorio de dinámica .....	A-1
Apéndice B: Temario del curso de dinámica.....	B-1
Apéndice C: Reglamento del laboratorio de dinámica y formato de préstamo para almacenes de CITEC .....	C-1

## ÍNDICE GENERAL DE EQUIPO REQUERIDO

### Equipo con número de parte

Equipo	Utilizado en las practicas	Número de parte
Interfaz <i>ScienceWorkshop</i> 750	1-5,7-15,17-22	
Sensor de movimiento rotacional	21,22	CI-6538
Accesorio de fuerza	19,	CI-6545
Sensor de aceleración	7,11,12	CI-6558
Accesorio de movimiento lineal	21	CI-6688
Accesorio Rotacional	22	CI-6691
Sensor de movimiento	1,3,4,5,7,8,11,13,17,18,19,20	CI-6742
Sensor de fuerza	13,14,15,19,21	CI-6746
Abrazadera en C grande	9,10	SE-7285
Cuerda	12,13,14,15	SE-8050
Cinta métrica	7,8,9,10,16,17,22	SE-8712
Báscula	12,13,16,18,19,22	SE-8723
Resorte	21	SE-8749
Adaptador para carros	1	ME-6747
Lanzador de proyectiles	9,10	ME-6800
Accesorio de tiempo de vuelo	9	ME-6810
Soporte de fotoc compuerta	9,10	ME-6821
Sistema de poleas y fotoc compuertas	8,13,15	ME-6838
Accesorio descubre fricción	15,	ME-8574
Base universal grande	7,8,20,21,22	ME-8735
Barra de 45 cm	7,8,20,21,22	ME-8736
Barra de 90 cm	8	ME-8738
Varilla, 120 cm	21	ME-8741
Juego de masas y ganchos (caja azul)	12,13,15	ME-8979
Abrazadera universal para mesa	8,13,15	ME-9376 B
Cerca grande	8	ME-9377 A
Carro dinámico	1,2,4,7,11,12,13,18,19	ME-9430
Pista dinámica	1,2,3,4,5,7,11,12,13,15,18,19	ME-9435 A
Bloque de fricción (ME-9807)	11,15	Parte de ME-9435 A
Polea con abrazadera	12	ME-9448
Carro para colisiones	1	ME-9454
Fotoc compuerta y cerca	2	ME-9471 A
Accesorio de abanico	4,5,11	ME-9491
Accesorio de pulso de tiempo	4	ME-9496
Fotoc compuertas	9,10	ME-9498
Carro motorizado	3,4	ME-9781
Abrazadera doble	7,8,20,21	ME-9873

**Material y sustancias adicionales sin número de parte**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Utilizado en las practicas</b>
1	Cartón delgado de 10 cm por 10 cm	1
4	Baterías C	3,4
4	Baterías AA	4,5,11
3	Cronómetro	6,16
1	Flexómetro	6
1	Vernier	16
3	Pelota de tenis	6
1	Pelota de hule	8
1	Pelota de béisbol o basquetbol	20
1	Balanza	15
3	Figuras de papel de formas diferentes construidas con la misma cantidad de papel	17
12	Filtros de café	17
6	Probetas de 100 ml	16
6	Canicas de vidrio (iguales)	16
100 ml	Miel de abeja	16
100 ml	Jarabe de azúcar	16
100 ml	Aceite de motor de carro (mínimo 40)	16
100 ml	Aceite vegetal de cocina	16
100 ml	Aceite de bebe	16
100 ml	Jabón liquido	16
	Material de limpieza para probetas	16
	Rollo de papel absorbente (papel de cocina)	16



# Capítulo I

## Descripción general del equipo

Para el usuario primerizo de este manual y/o del equipo de laboratorio Pasco, puede ser un tanto desconcertante encontrar un material desconocido. Previendo esta situación presentamos en este capítulo una visión detallada del equipo utilizado en las prácticas de laboratorio presentadas aquí. Usted se encontrará con una imagen de cada elemento, así como los nombres de cada una de las partes que lo integran. Además, en el **índice general de equipo requerido** podrá usted encontrar en que práctica y/o experimento se utiliza cada uno de los materiales.

Es muy importante que el usuario del equipo de laboratorio revise que el material este completo al recibir el préstamo ya que al momento de entregar el equipo, de no estar completo y/o dañado, será su responsabilidad. También es importante seguir las indicaciones del manual en el uso y tolerancias del equipo ya que puede ser dañado al no seguir estas indicaciones.

### ***Descripción grafica del equipo***

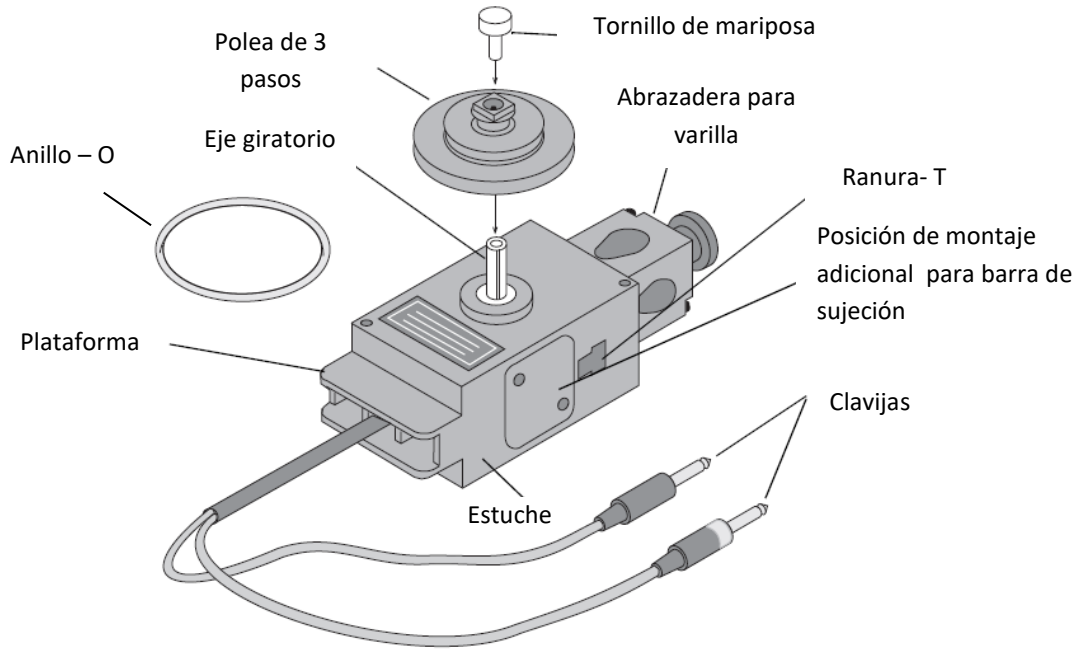
---

La descripción que se hace del equipo en este capítulo es altamente gráfica e intuitiva y será complementada con información adicional en el transcurso del texto. A continuación se muestra un listado del equipo en el orden que se presentara:

- Sensor de movimiento rotatorio
- Accesorio de fuerza
- Sensor de aceleración
- Accesorio de movimiento lineal
- Accesorio rotacional
- Sensor de movimiento
- Sensor de fuerza
- Abrazadera en C grande
- Resorte
- Adaptador para carros
- Lanzador de proyectiles
- Accesorio de tiempo de vuelo
- Soporte de fotocpuerta
- Sistema de poleas y fotocpuerta
- Accesorio descubre fricción
- Base universal grande
- Barras para base universal de 45 y 120 centímetros
- Juego de masas y ganchos
- Abrazadera universal para mesa
- Cerca grande
- Carro dinámico con masa
- Pista dinámica
- Bloque de fricción
- Polea con abrazadera
- Auto de colisión
- Fotocpuerta y cerca
- Accesorio de abanico
- Accesorio impulso de tiempo
- Cabeza de fotocpuerta
- Auto motorizado y auto motorizado con velocidad variable
- Resorte
- Abrazadera doble

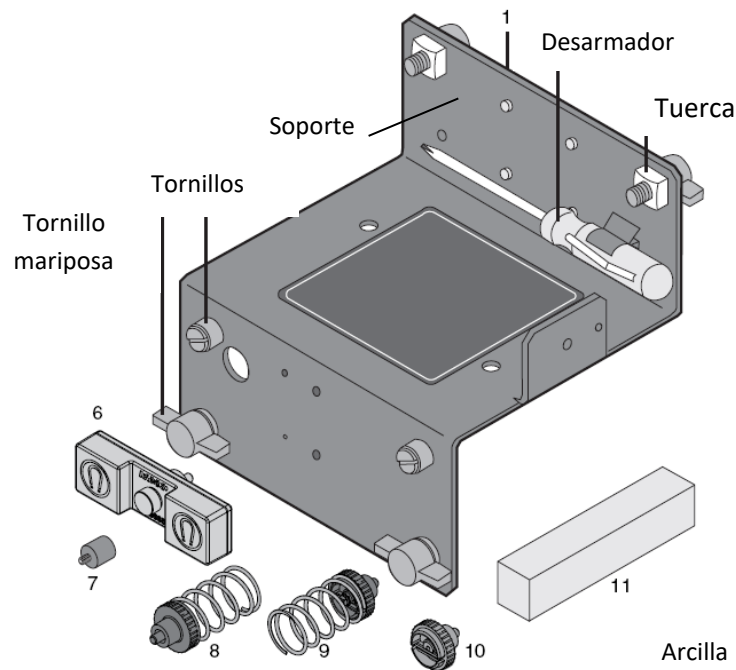
## Sensor de Movimiento Rotatorio

### Rotary Motion Sensor CI-6538



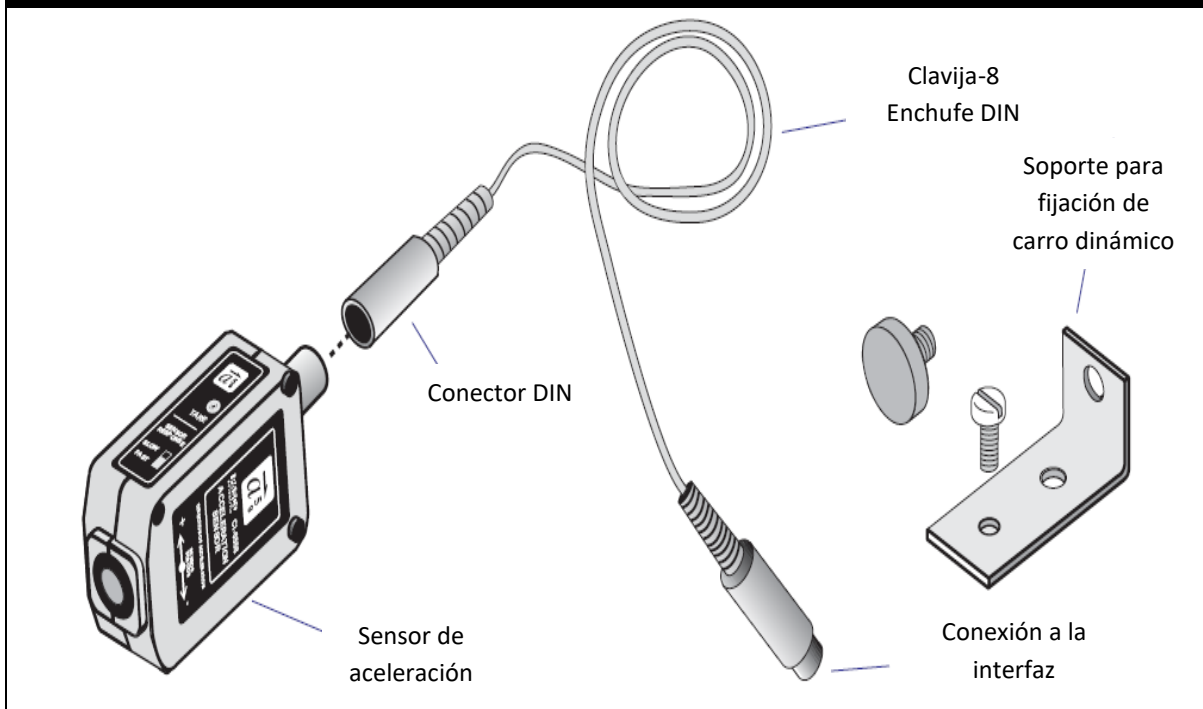
## Accesorio de Fuerza

### Force Accessory Bracket CI-6545



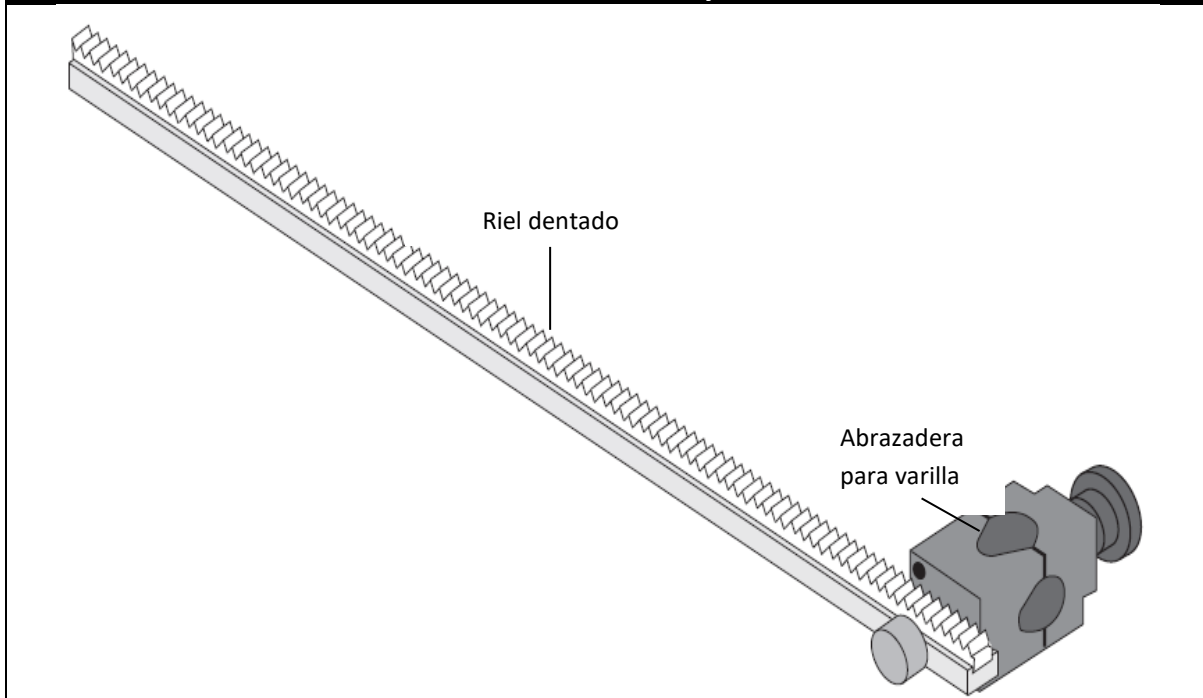
## Sensor de Aceleración

Acceleration Sensor CI-6558

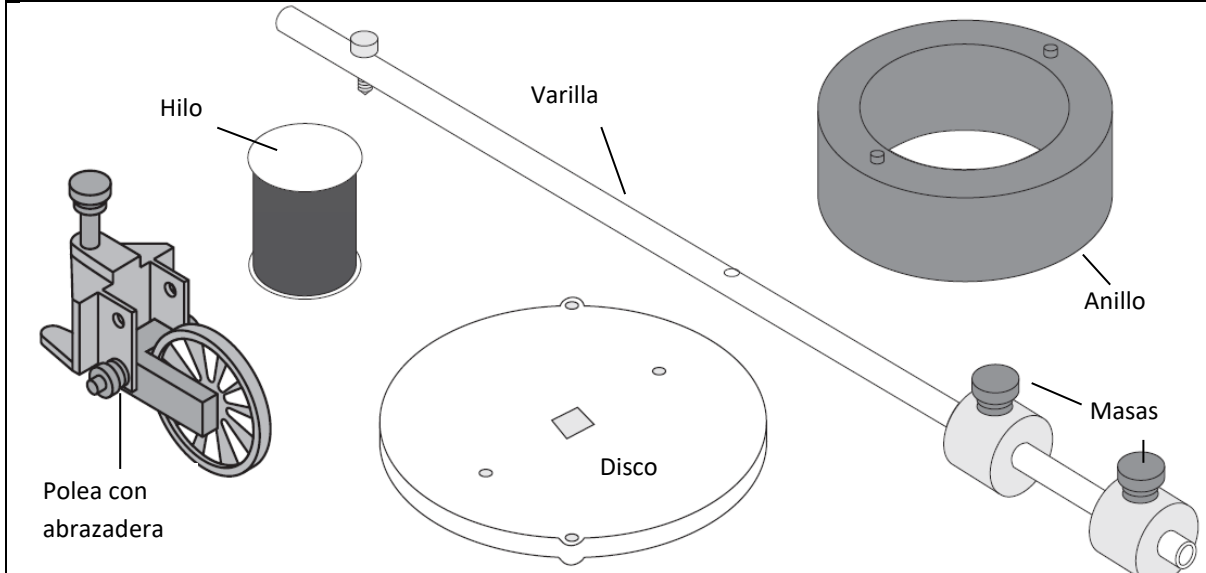


## Accesorio de Movimiento Lineal

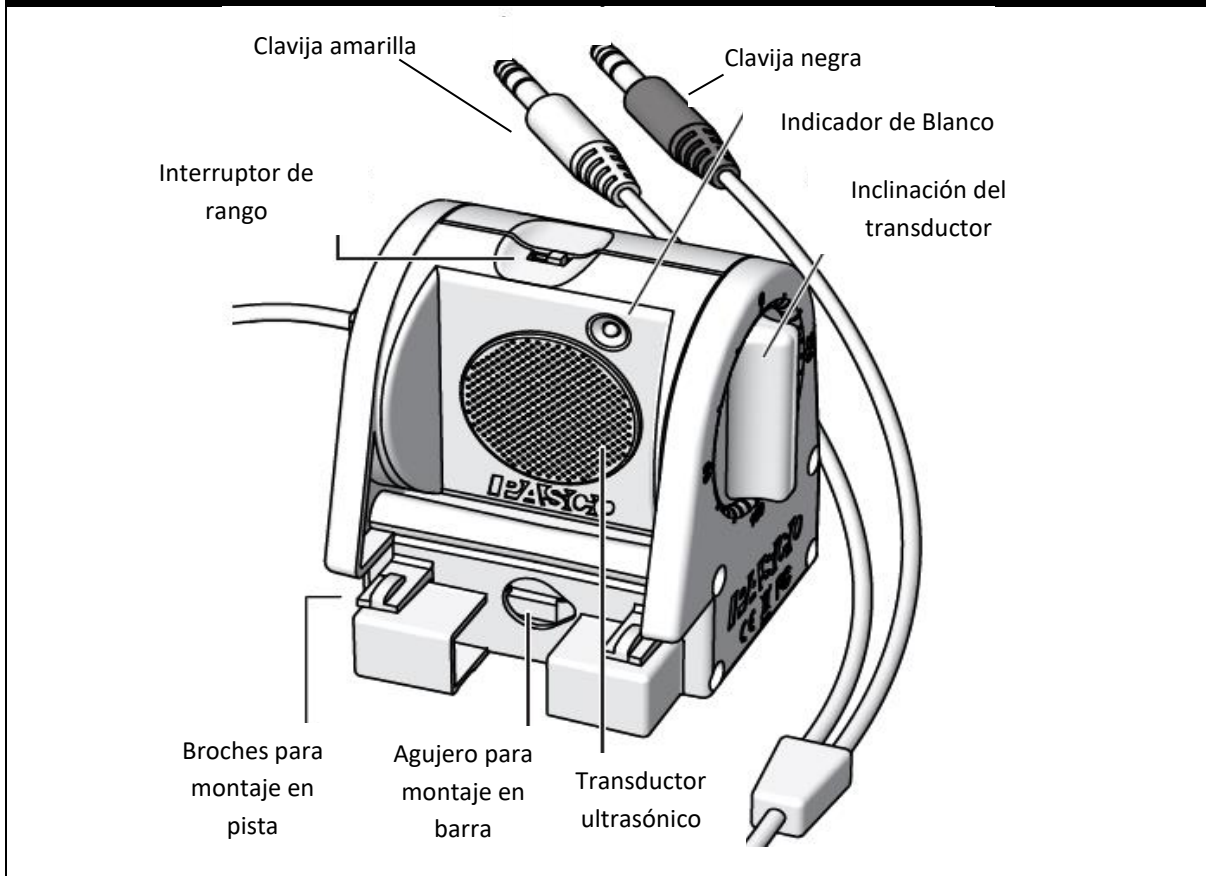
Linear Motion Accessory CI-6688



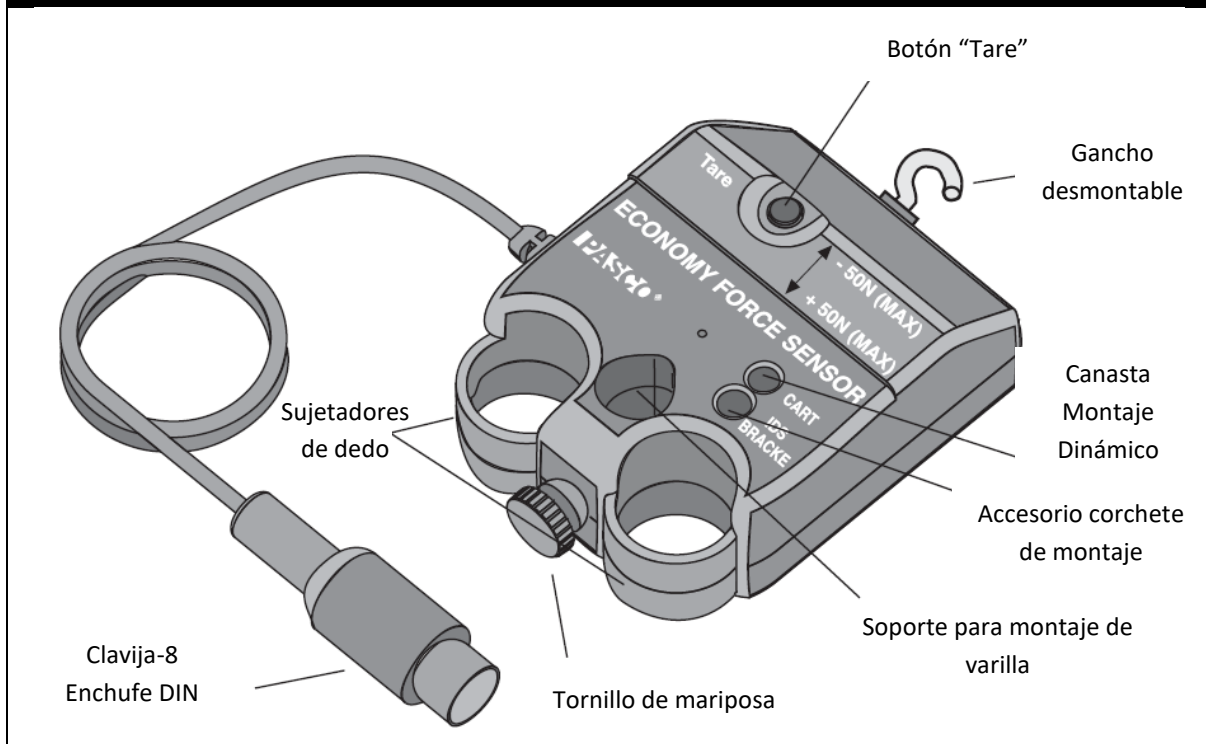
## Accesorio Rotacional Mini Rotational Accessory CI-6691



## Sensor de Movimiento Motion Sensor CI-6742 A



## Sensor de Fuerza Force Sensor CI-6746



## Abrazadera en C Grande Large C Clamp SE-7285



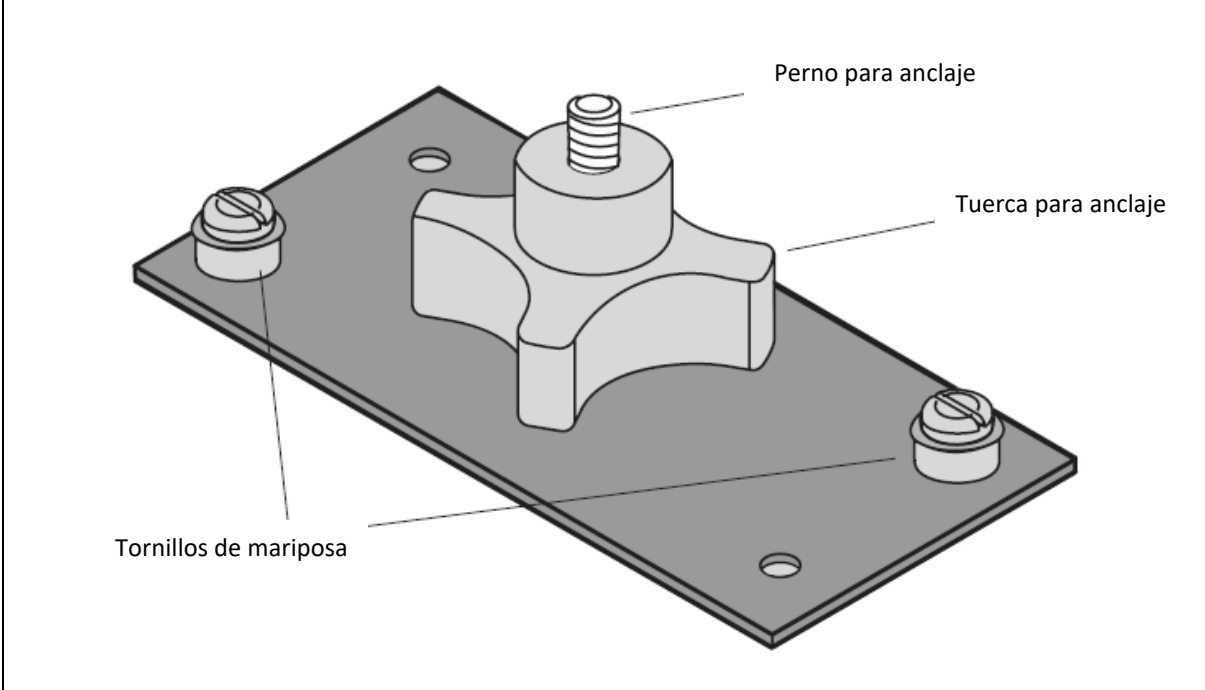
## Resorte

Hooke's Law Spring Set SE-8749

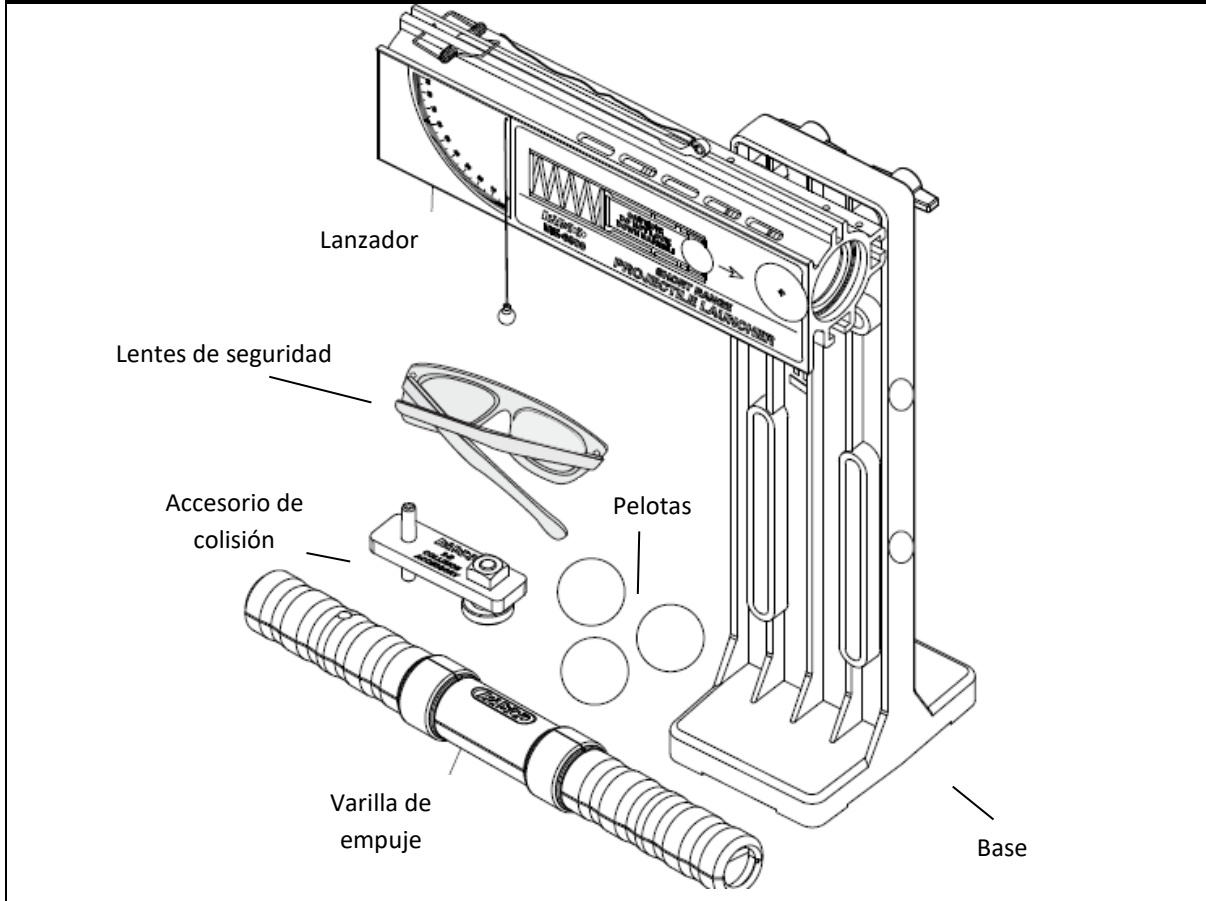


## Adaptador para Carros

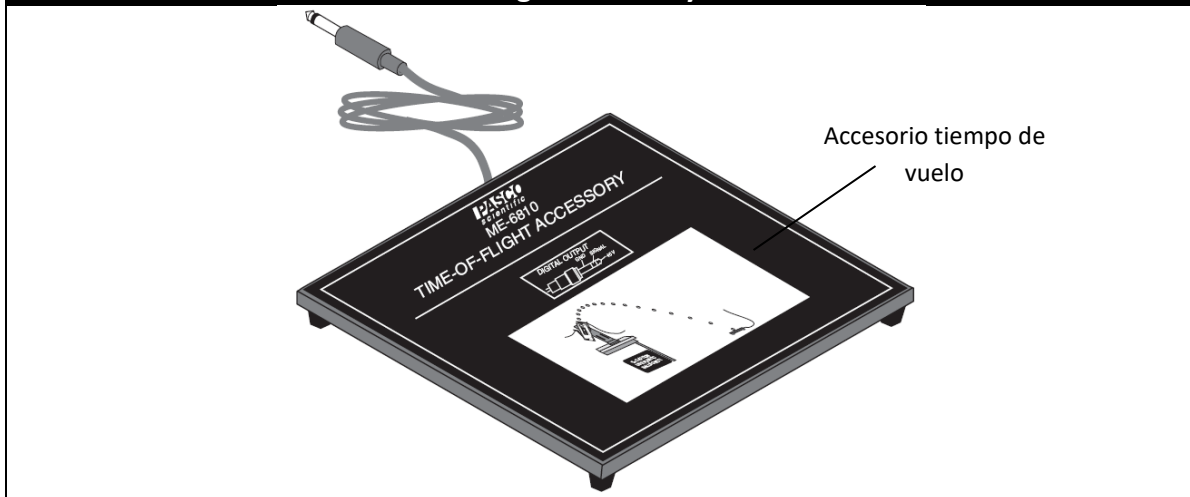
Car Adapter Accessory ME-6747



## Lanzador de proyectiles Projectile Launcher (Short Range) ME-6800



## Accesorio Tiempo de Vuelo Time of Flight Accessory ME-6810



**Soporte de Fotocompuerta**  
**Photogate Mounting Bracket ME-6821**



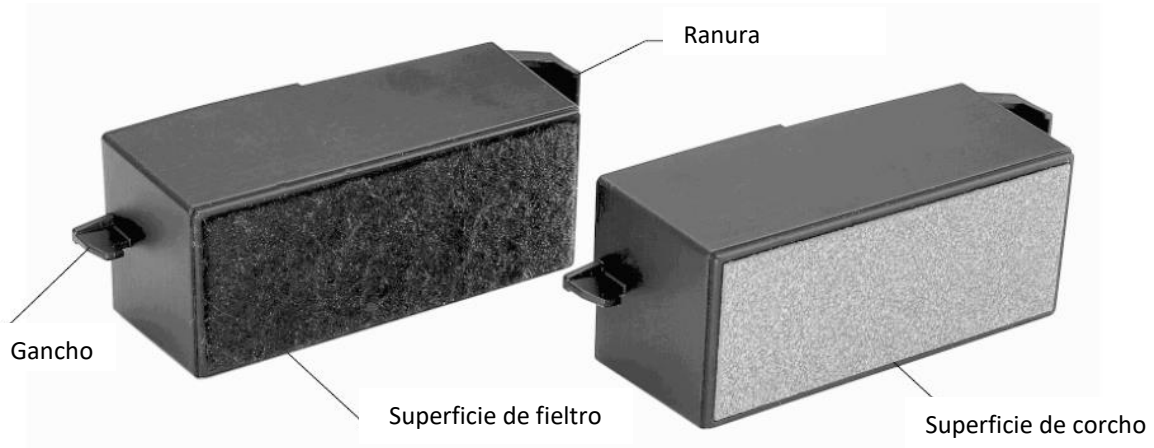
**Sistema de Poleas y Fotocompuertas**  
**Photogate & Pulley System ME-6838**





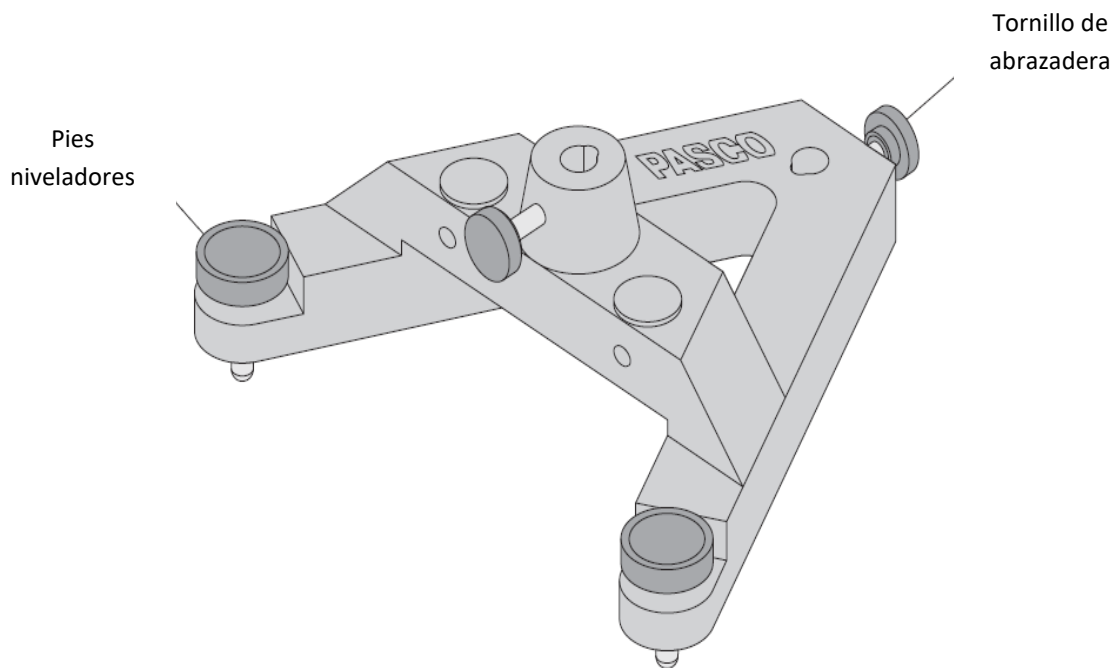
## Accesorio Descubre Fricción

Discover Friction Accessory ME-8574



## Base Universal Grande

Large Rod Base ME-8735



## Barras Para Base Universal

Barra de 45 cm  
45 cm Stainless Rod ME-8736



Barra de 120cm  
120 cm Stainless Rod ME-8741



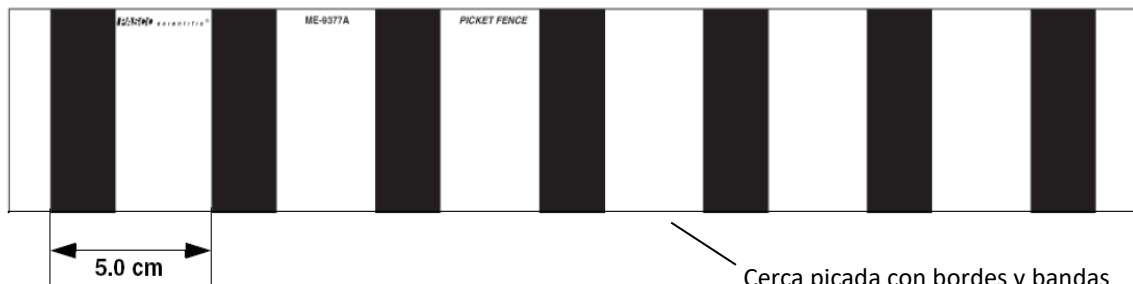
## Juego de Masas y Ganchos Mass And Hanger Set ME-8979



## Abrazadera Universal Para Mesa Universal Table Clamp ME-9376B

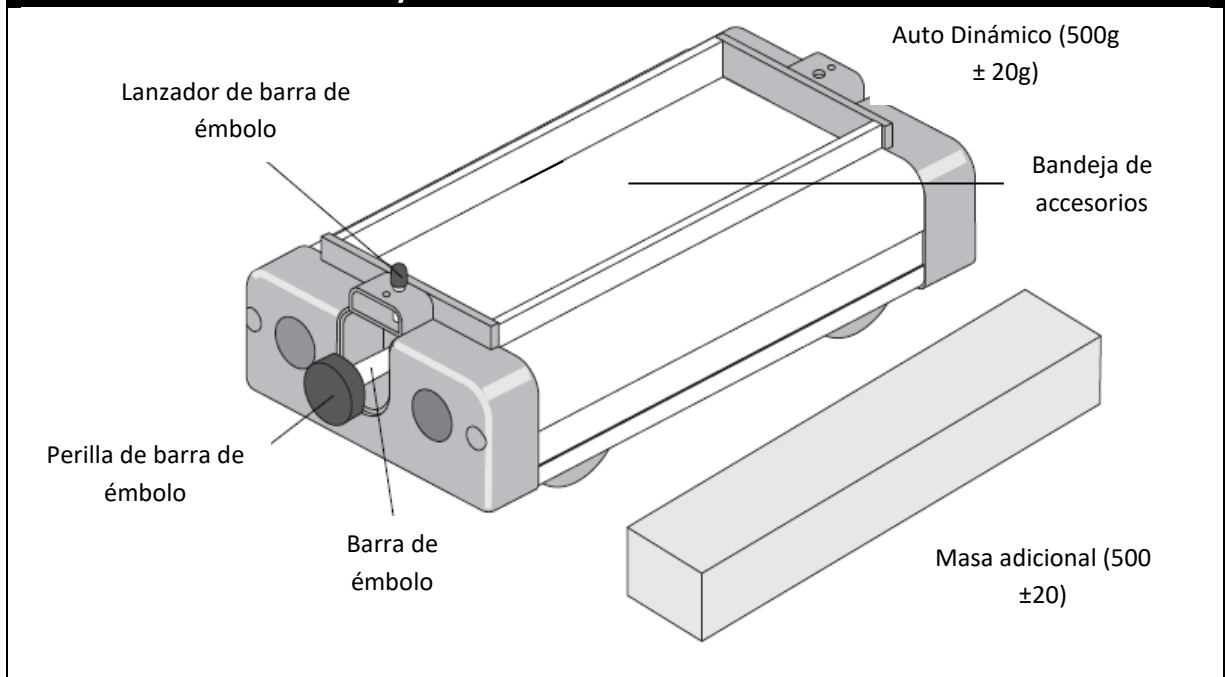


## Cerca Grande Picket Fence ME-9377 A

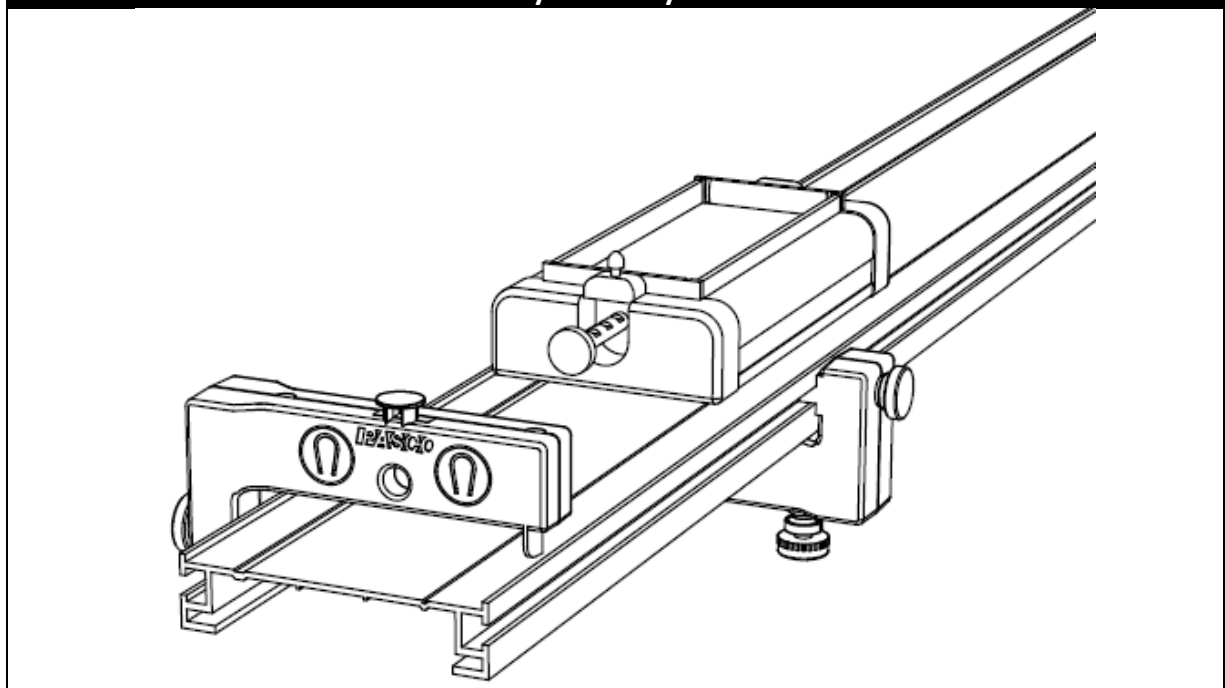


Cerca picada con bordes y bandas opacas (0.050metros)

## Carro Dinámico con Masa Dynamics Cart With Mass ME-9430



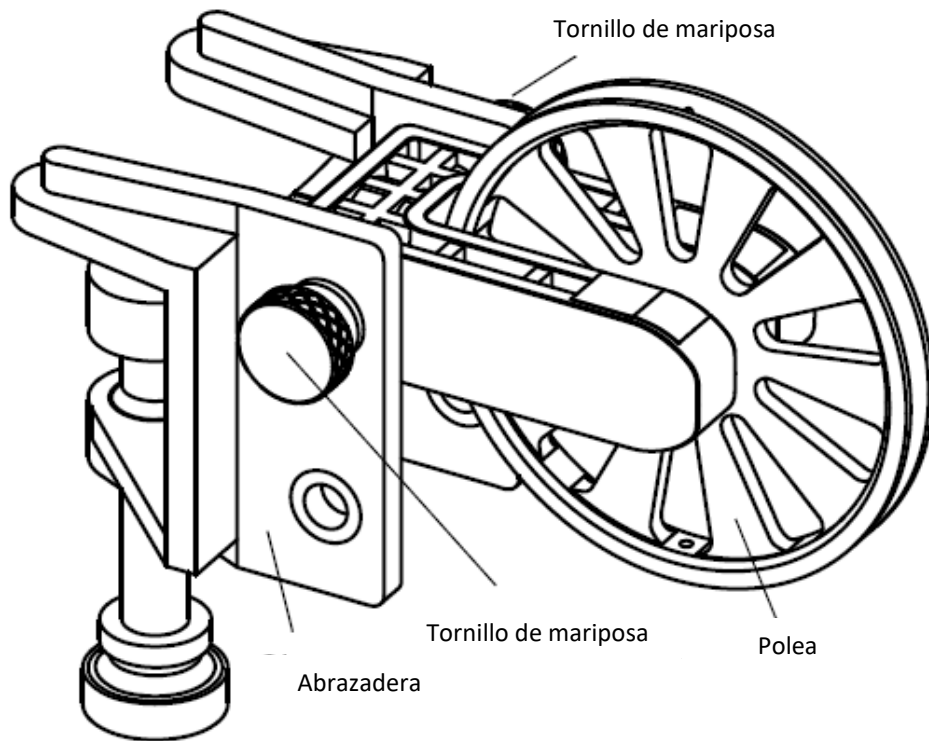
## Pista Dinámica 1.2m Classic Dynamics System ME-9435A



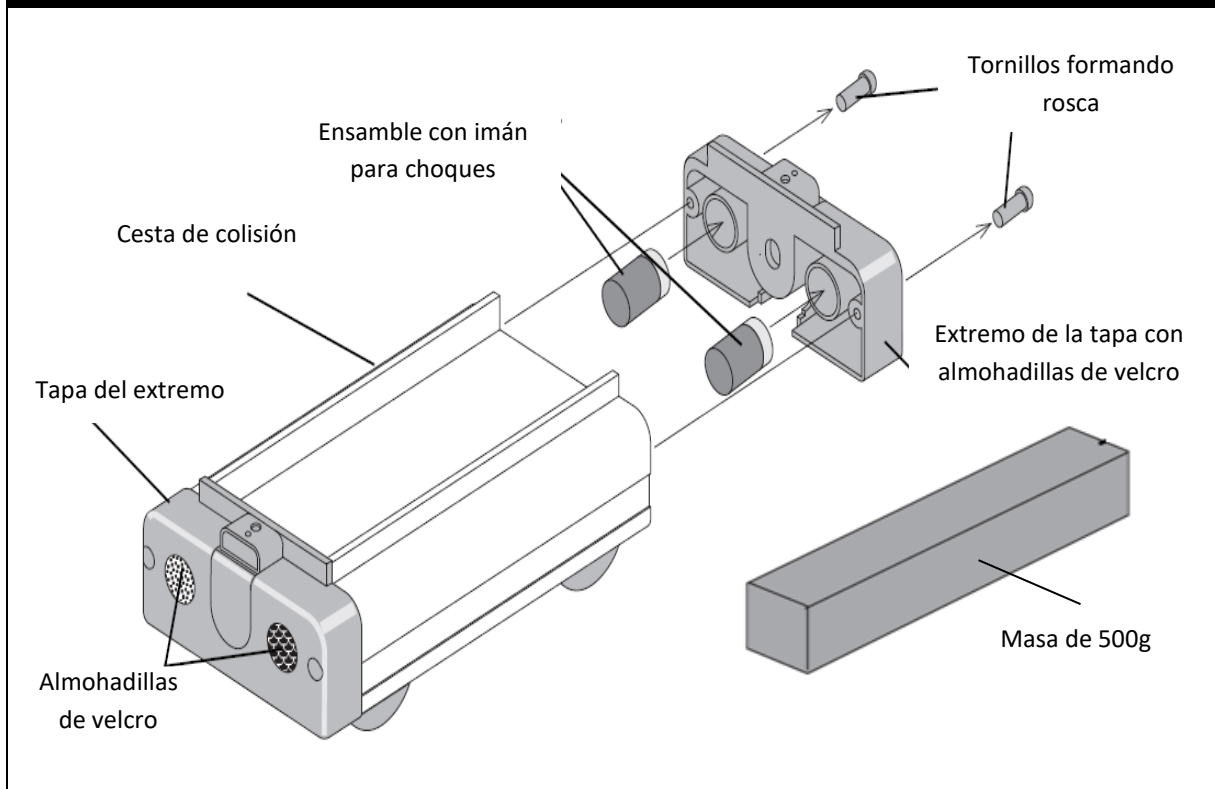
**Bloque de Fricción**  
Friction Block ME-9429B



**Polea con Abrazadera**  
Super Pulley With Clamp ME-9448B



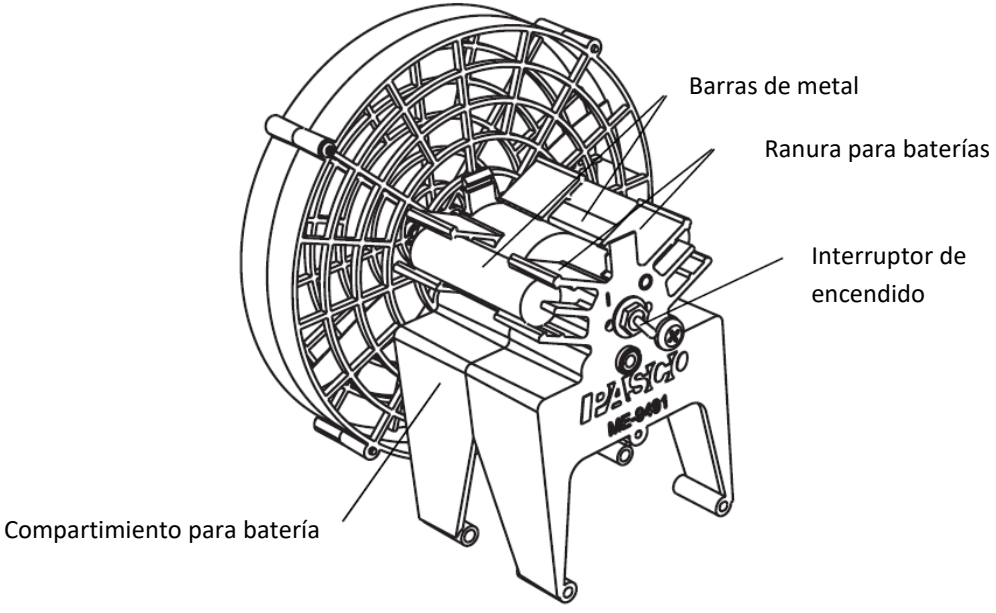
## Auto de colisión Collision Cart ME-9454



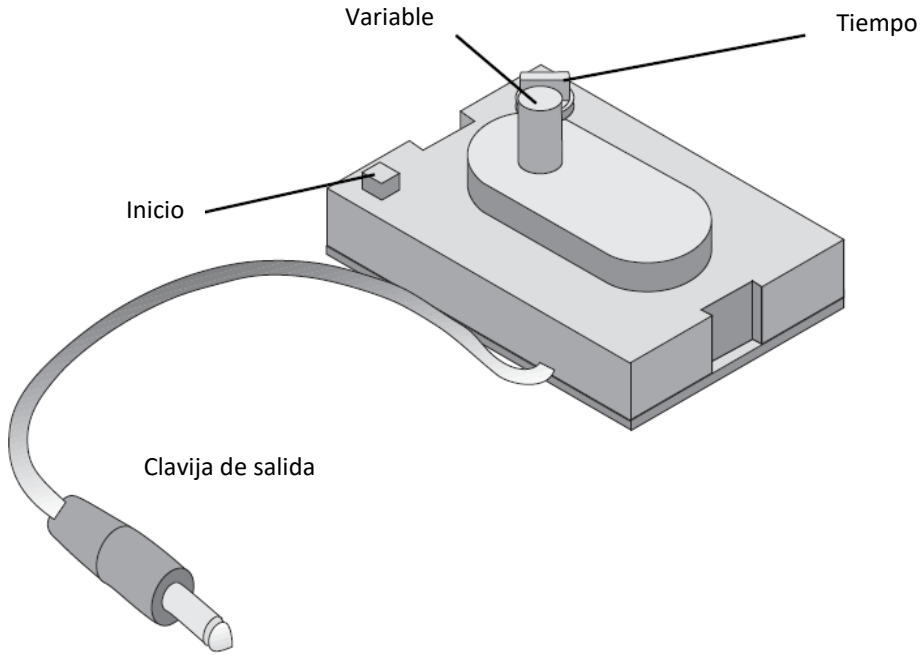
## Fotocompuerta y Cerca Photogates And Fences ME-9471 A



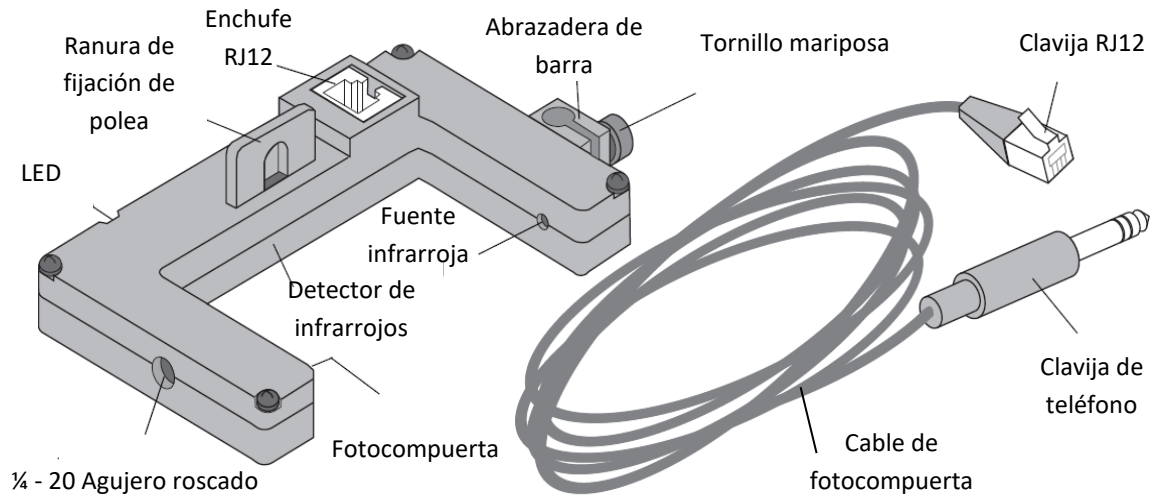
**Accesorio de Abanico**  
**Fan Accessory ME-9491**



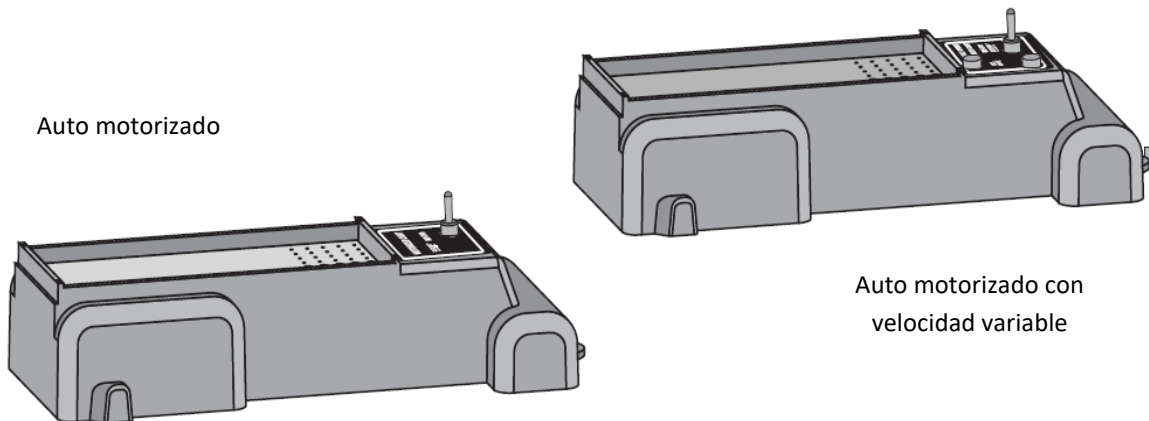
**Accesorio Impulso de Tiempo**  
**Time Pulse Accessory ME-9496**



## Cabeza de Fotocompuerta Photogate Head ME-9498 A



## Auto Motorizado y Auto Motorizado con Velocidad Variable Variable Speed Motorized Cart ME-9780-81

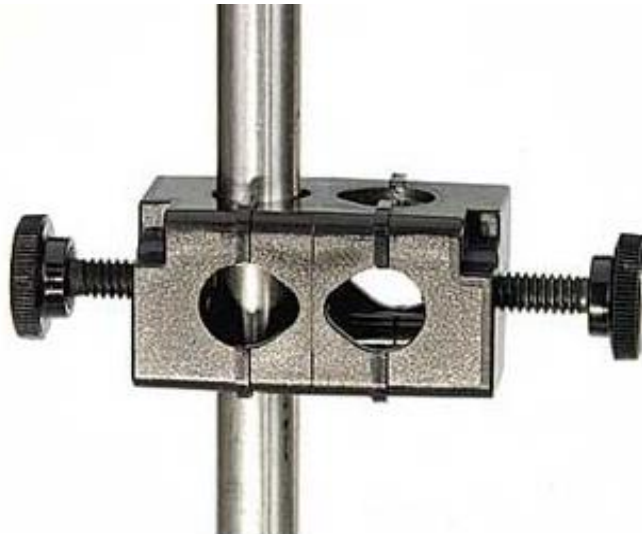




**Resortes armónicos**  
Harmonic Springs ME-9803



**Abrazadera Doble**  
Double Rod Clamp ME-9873



## Referencias

Hanks J. Rotary Motion Sensor, Modelo No. CI-6538, Hoja de instrucción No.012-06053B, PASCO scientific.

Force Accessory Bracket, Modelo No. CI-6545, Manual No. Hoja de instrucción No. 012-05835B, PASCO scientific.

Bishop S., Acceleration Sensor, Modelo No. CI-6558, Hoja de instrucción No. 012-06361, PASCO scientific.

Hanks J., Linear Motion Accessory, Modelo No. CI-6688, Hoja de instrucción No. 012-06002A, PASCO scientific.

Hanks J., Mini-Rotational Accessory, Modelo No. CI-6691, Hoja de instrucción No. 012-05982B, PASCO scientific.

Motion Sensor II, Modelo No. CI-6742A, Hoja de instrucción No. 012.09624A, PASCO scientific.

Economy Force Sensor, Modelo No. CI-6746, Hoja de instrucción No. 012-06906B, PASCO scientific.

PASCO scientific, Large C clamp, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/SE/SE-7285\\_large-c-clamp-6-pack/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/SE/SE-7285_large-c-clamp-6-pack/index.cfm)

PASCO scientific, Hookes law spring set, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/SE/SE-8749\\_hookes-law-spring-set/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/SE/SE-8749_hookes-law-spring-set/index.cfm)

Car Adapter Accessory, Modelo No. ME-6743, Hoja de instrucción 012-06877A, PASCO scientific.

Projectile Launcher, Modelo No. 6800, Manual No. 012-05043G, PASCO scientific.

Hanks J., Hanks A., Time of Flight Accessory, Modelo No. ME-6810, Manual No. 012-05088D, PASCO scientific.

PASCO scientific, Photogate mounting bracket, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-6821\\_photogate-mounting-bracket/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-6821_photogate-mounting-bracket/index.cfm)

PASCO scientific, Photogate pulley system, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-6838\\_photogate-pulley-system/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-6838_photogate-pulley-system/index.cfm)

Discover Friction Accessory, Modelo No. ME-8574, Hoja de instrucción 012-07552A, PASCO scientific.

Ayars E., Large Rod Stand, Modelo No. ME-8735, Hoja de instrucción 012-05338A, PASCO scientific.

PASCO scientific, 45 cm stainless Steel rod, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-8736\\_45-cm-stainless-steel-rod/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-8736_45-cm-stainless-steel-rod/index.cfm)

PASCO scientific, 120 cm stainless Steel rod, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-8741\\_120-cm-stainless-steel-rod/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-8741_120-cm-stainless-steel-rod/index.cfm)

PASCO scientific, Mass and hanger set, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-8979\\_mass-and-hanger-set/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-8979_mass-and-hanger-set/index.cfm)

PASCO scientific, Universal table clamp, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9376\\_universal-table-clamp/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9376_universal-table-clamp/index.cfm)

Picket Fence, Modelo No. ME.9377A, Hoja de instrucción 012-04083C, PASCO scientific.

Collision cart, Modelo No. ME-9454, Manual No. 012-04966D, PASCO scientific.

Hanks A., Hanks J., Ayars E., Ogston A., 1.2 m Clasic Dynanics System, Modelo No. ME-9429B, Manual y guía experimental No. 012-05035G, PASCO scientific.

PASCO scientific, Friction block ids , Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9807\\_friction-block-ids/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9807_friction-block-ids/index.cfm)

Super Pulley Whith Clamp, Modelo No. ME-9448B, Hoja de instrucción 012-12537A, PASCO scientific.

PASCO scientific, Photogates and fences dynamics systems, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9471\\_photogates-and-fences-dynamics-systems/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9471_photogates-and-fences-dynamics-systems/index.cfm)

Fan Accessory, Modelo No. ME-9491, Manual No. 012-06363G, PASCO scientific.

Luffman F., Time Pulse Accessory, Modelo No. ME-9496, Hoja de instrucción No. 012-06729C, PASCO scientific.

Photogate Head, Modelo No. ME-9498A, Hoja de instrucción No. 012-06372B, PASCO scientific.

Motorized cart and Variable Speed Motorized Cart, Modelo No. ME-9780 y ME-9781, Hoja de instrucción No. 012-06880A, PASCO scientific.

PASCO scientific, Harmonic springs 8 pack, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9803\\_harmonic-springs-8-pack/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9803_harmonic-springs-8-pack/index.cfm)

PASCO scientific, Double rod clamp, Disponible en:

[http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9873\\_double-rod-clamp-3-pack/index.cfm](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-9873_double-rod-clamp-3-pack/index.cfm)

## Capítulo II

### Ensamblado general del equipo

En este capítulo, presentamos de manera gráfica una descripción del equipo de laboratorio. Debemos aclarar que aún cuando cada experimento presenta una descripción del montaje del equipo utilizado, decidimos en esta sección ilustrar algunos de los pasos más comunes en el desarrollo de las prácticas.

Es nuestra experiencia que el equipo de laboratorio es altamente intuitivo en su armado y por lo tanto a medida que adquiera más práctica con el equipo requerirá consultar cada vez menos a esta sección.

Queremos recordarle que tenga cuidado con el equipo ya que como notará contiene muchas partes móviles y/o pequeñas que son fáciles de extraviar. Asegúrese que los tornillos y tuercas de su equipo regresen a las bolsas y/o cajas adecuadas.

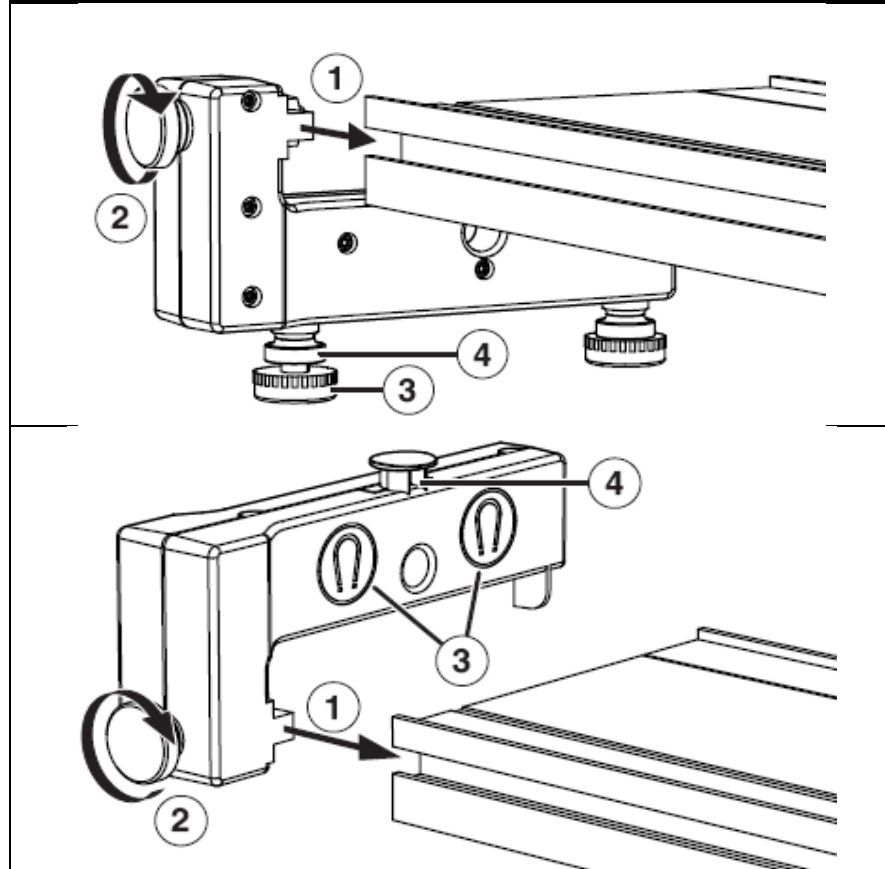
#### ***Montaje general***

---

En la siguiente lista presentamos como apoyo al lector un listado que asocia cada montaje presentado en este capítulo con la práctica y/o experimento en donde se utiliza.

<b>Ensamblaje</b>	<b>Práctica utilizada</b>
Pista dinámica	1,2,3,4,5,7,11,12,13,15,18,19
Sensor de movimiento - Adaptador para carros - Carro dinámico	1
Fotocompuerta - Pista dinámica	13,15
Carro dinámico – Accesorio de abanico	4,5,11
Accesorio de abanico - Accesorio pulso de tiempo	4
Carro dinámico – Sensor de aceleración	7,11,12
Lanzador de proyectiles	9,10
Polea	12

## Pista dinámica



Deslice la pestaña en la ranura T de la pista.

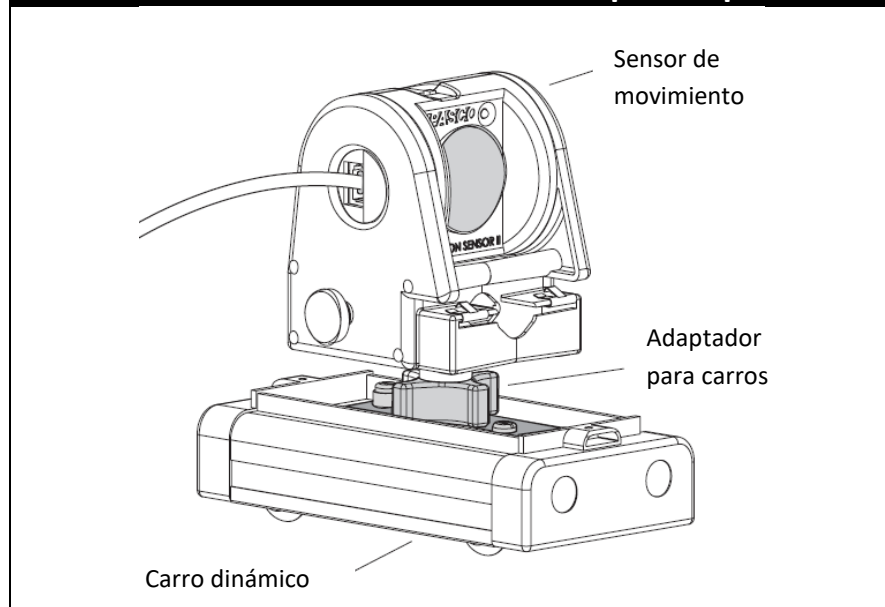
Asegure los tornillos de mariposa para fijar los pies a la pista.

Gire los tornillos inferiores para nivelar la pista y utilice las tuercas de bloqueo para fijar este nivel.

Deslice la pestaña en la ranura T que se encuentra al lado de la pista.

El número 3 indica la posición de dos imanes que reducen el efecto de un impacto con el carro dinámico. Es importante determinar si estos imanes deben colocarse internamente o externamente a la pista ya que pueden afectar el resultado de las prácticas.

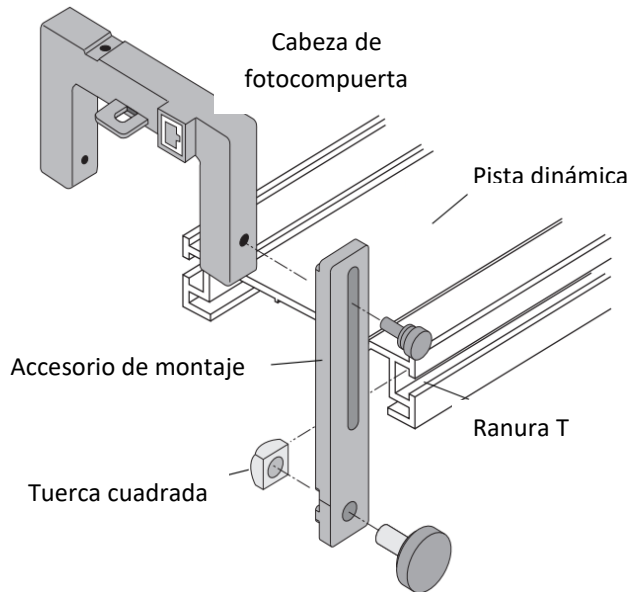
## Sensor de movimiento – Adaptador para carros – Carro dinámico



Coloque el adaptador para carros en la bandeja de accesorios del carro dinámico alineando los orificios de las esquinas entre ambos componentes. Asegure la unión con los tornillos de mariposa del adaptador.

Para ensamblar el sensor de movimiento colóquelo sobre el perno para anclaje del adaptador y ajuste con la tuerca para anclaje.

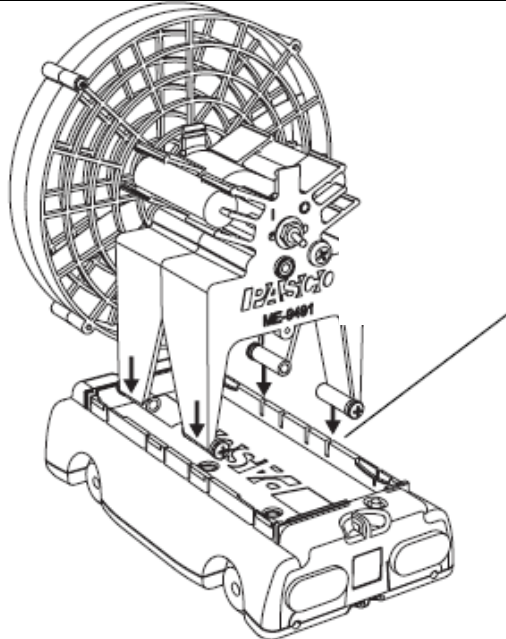
## Fotocompuerta – Pista dinámica



Para fijar una fotocompuerta a la pista dinámica es necesario deslizar la tuerca cuadrada en la pista, insertar el tornillo de mariposa en el accesorio de montaje, alinear con la tuerca cuadrada y ajustar en la posición deseada.

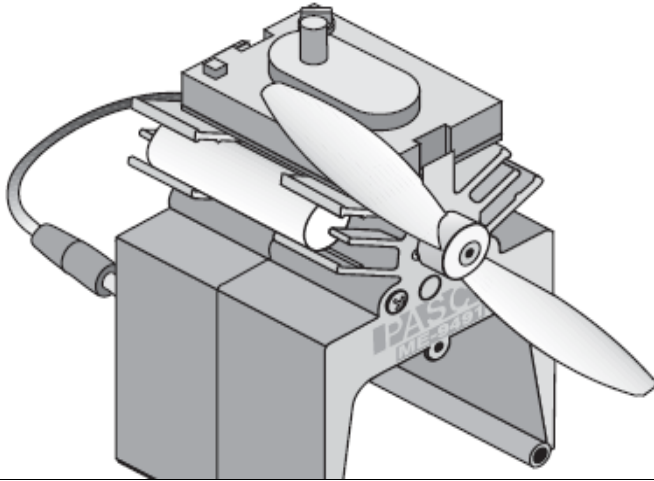
Posteriormente insertar el tornillo de mariposa más pequeño en la parte superior del accesorio de montaje, alinear con uno de los orificios de la fotocompuerta y ajustar

## Carro dinámico – Accesorio de abanico



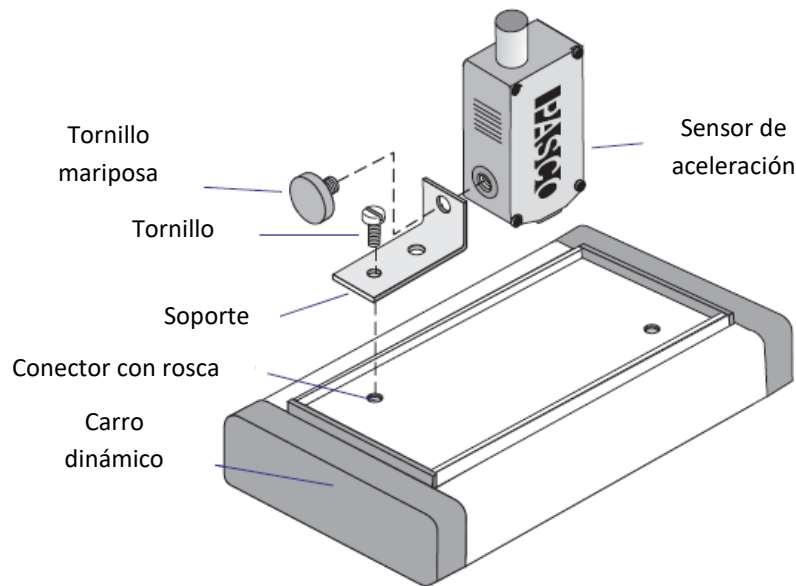
Ajustar los lados del accesorio de abanico a lo largo de la bandeja de accesorios del carro dinámico como muestran las flechas.

### Accesorio de abanico – Accesorio pulso de tiempo



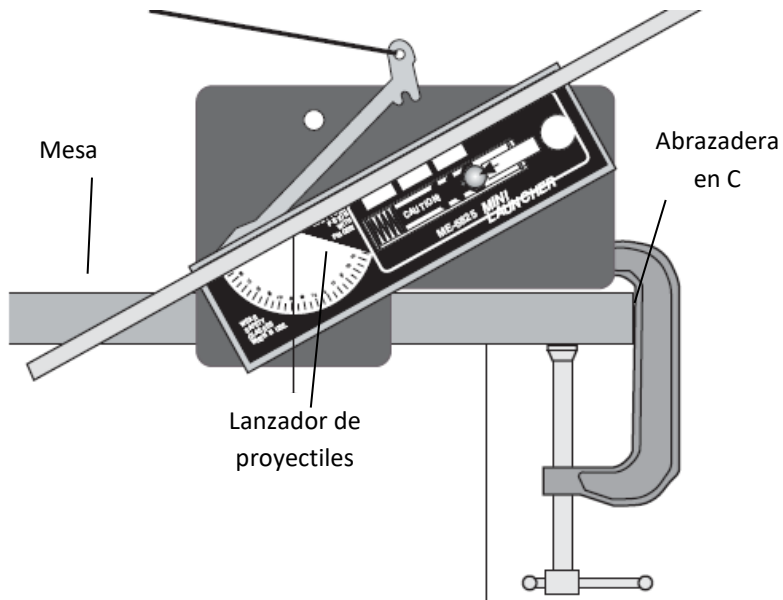
Colocar el accesorio de impulso de tiempo sobre el accesorio de abanico y ejercer una ligera presión hacia abajo para fijar la posición de este.

### Carro dinámico – Sensor de aceleración



Para montar el sensor de fuerza sobre el carro dinámico debe alinear los orificios de ambos componentes a los orificios del soporte y ajustar con los tornillos respectivamente.

## Lanzador de proyectiles



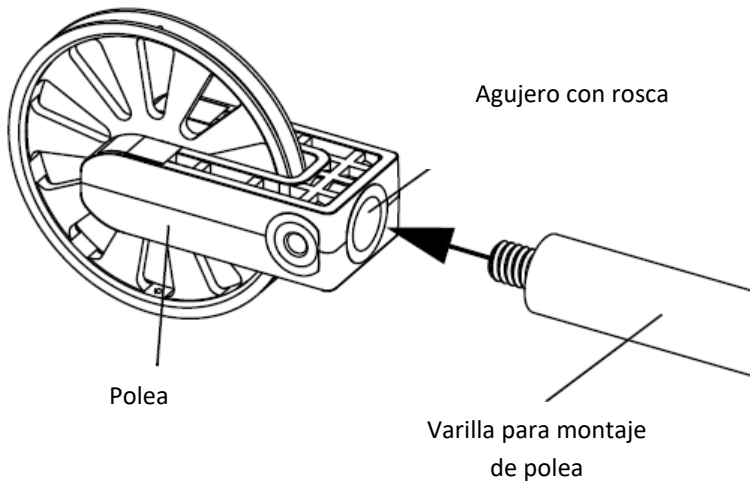
Coloque la base del lanzador de proyectiles sobre el borde de la mesa y asegúrela con la abrazadera en C como muestra la figura.

Utilice una de las dos ranuras en forma de media luna según sea conveniente e inserte el costado del lanzador para después fijar la posición con ayuda de la tuerca cuadrada.

Coloque la abrazadera en el borde de una mesa y ajuste el tornillo para asegurar la posición del equipo.

Puede modificar la posición de la polea colocándola en el orificio inferior o superior como muestra la figura y ajustando con el tornillo mariposa.

## Polea



Inserte la varilla para montaje dentro del agujero con rosca que se encuentra en la parte inferior de la polea y gire para unir ambas partes.



## Referencias

- Hanks A., Hanks J., Ayars E., Ogston A., 1.2 m Clasic Dynanics System, Modelo No. ME-9429B, Manual y guía experimental No. 012-05035G, PASCO scientific.
- Car Adapter Accessory, Modelo No. ME-6743, Hoja de instruccion 012-06877A, PASCO scientific.
- Photogate Head, Modelo No. ME-9498A, Hoja de instrucción No. 012-06372B, PASCO scientific.
- Fan Accessory, Modelo No. ME-9491, Manual No. 012-06363G, PASCO scientific.
- Luffman F., Time Pulse Accessory, Modelo No. ME-9496, Hoja de instrucción No. 012-06729C, PASCO scientific.
- Bishop S., Acceleration Sensor, Modelo No. CI-6558, Hoja de instrucción No. 012-06361, PASCO scientific.
- Projectile Launcher, Modelo No. 6800, Manual No. 012-05043G, PASCO scientific.
- Super Pulley Whith Clamp, Modelo No. ME-9448B, Hoja de instrucción 012-12537A, PASCO scientific.

## Capítulo III

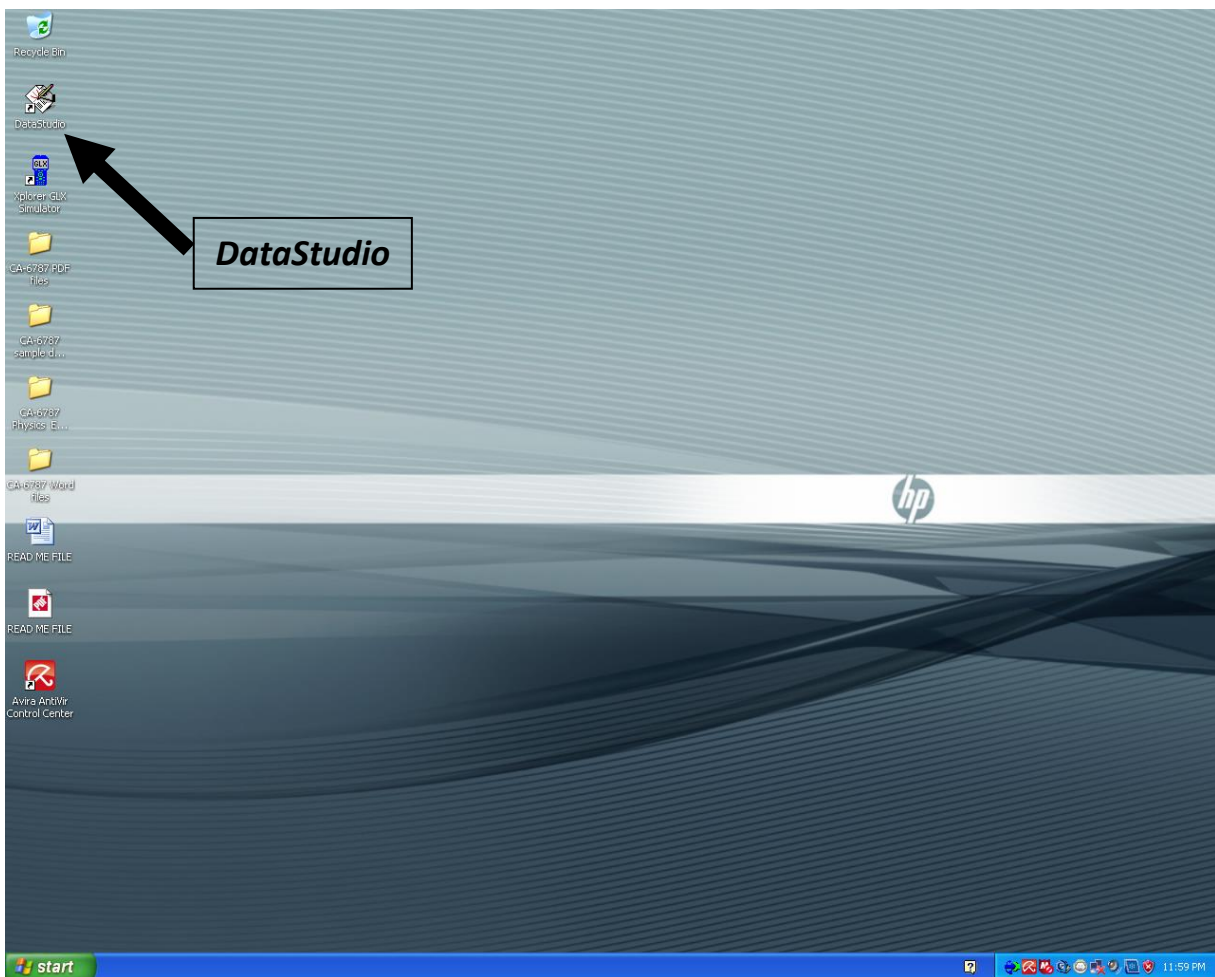
### Introducción al programa *DataStudio*

La mayoría de los experimentos en este texto se basan en la captura automatizada de información por medio de sensores electrónicos, los cuales a su vez son controlados por la interfaz *ScienceWorkshop 750* de marca Pasco. Esta interfaz trabaja de forma simultánea con el programa *DataStudio*, el cual es una paquetería empleada para la adquisición, despliegue y análisis de datos.

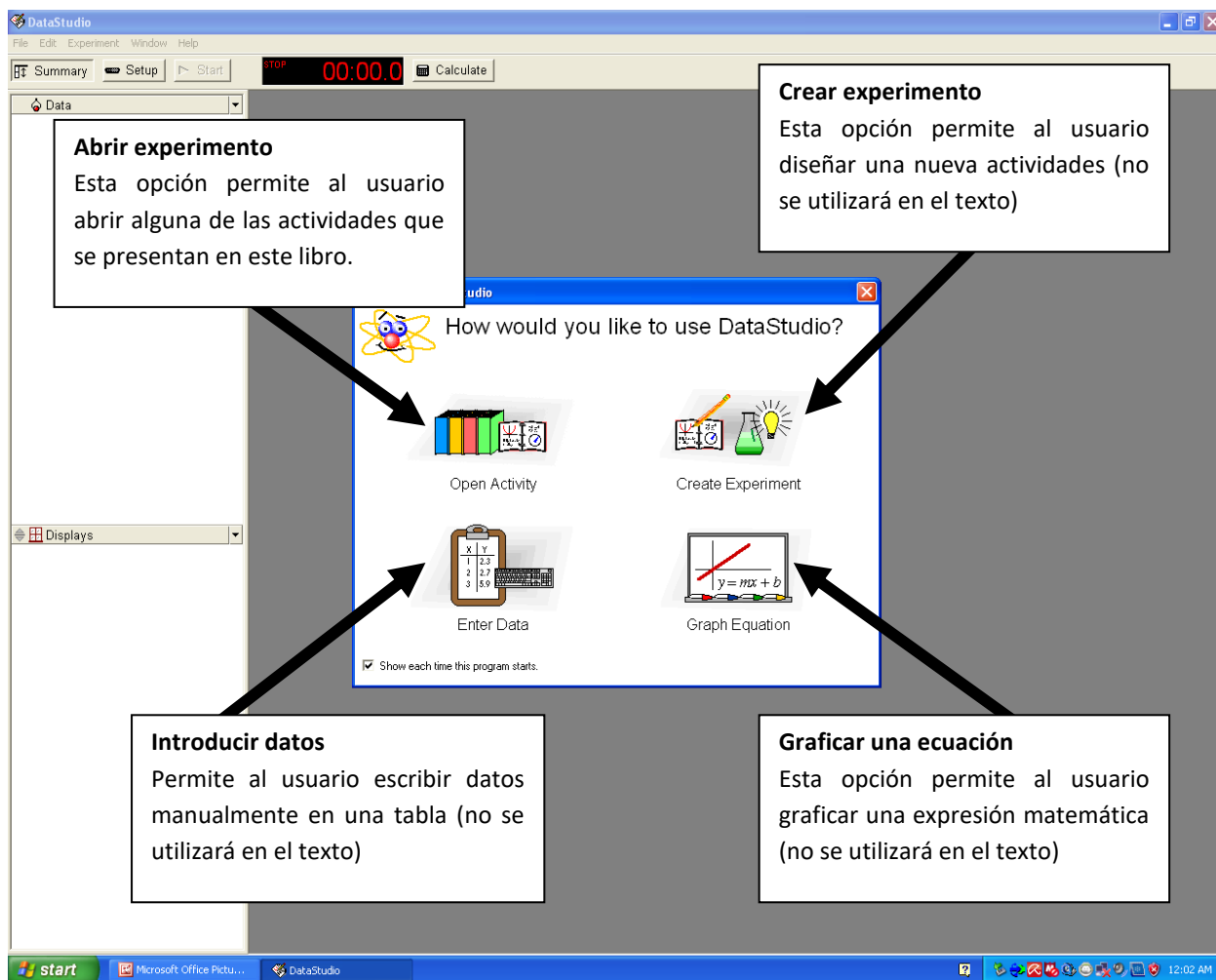
#### ***Abriendo y utilizando DataStudio***

---

Este programa lo encontrará instalado en las computadoras del laboratorio A04 de CITEC, con icono de rápido acceso sobre la carpeta escritorio.



Al abrir *DataStudio* aparecerá la siguiente ventana



En particular discutiremos la opción "Abrir experimento" ya que será la única utilizada en el desarrollo de nuestras prácticas.

Para mayor información sobre las otras opciones recomendamos al lector leer el manual de introducción a *DataStudio* que encontrará en su versión en inglés en:

- [http://pasco.com/file\\_downloads/product\\_manuals/DataStudio-Software-Single-User-manual-CI-6870G.pdf](http://pasco.com/file_downloads/product_manuals/DataStudio-Software-Single-User-manual-CI-6870G.pdf)

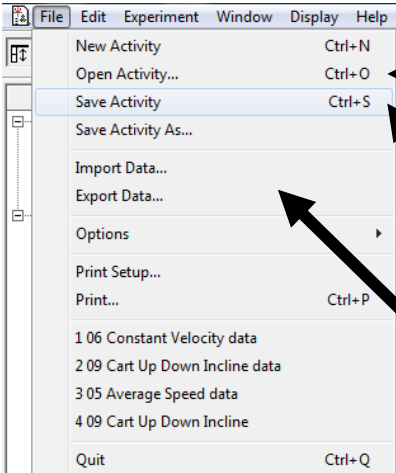
Su versión en español la puede encontrar en:

- <http://paginas.fisica.uson.mx/laura.yeomans/tc/data-studio-manual.pdf>
- <http://www.tecnoedu.com/Download/DataStudioManual.pdf>

## Descripción de los elementos en la pantalla principal

### Abrir experimento (Open Activity)


Esta opción permite abrir las diversas actividades que se realizarán en el transcurso del libro. Cada experimento muestra detalladamente cómo lograr esto, por ejemplo la práctica 1 contiene las instrucciones que se muestran en los recuadros que a continuación aparecen a la derecha, la cual muestra que es posible abrir la actividad utilizando los comandos que aparecen en las barras.



Abra el archivo **03 Relative motion.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña “File” – “Open Activity” abra la carpeta de “Desktop”, busque la carpeta titulada “CA-6787 Physics Experiments” y seleccione el archivo descrito.

Tenga cuidado en **NO SOBRESERIBIR** la actividad, ya que al hacer esto arruina archivo. Si esto sucede, simplemente reinicie la computadora, los cambios hechos en su sesión no se conservarán.

Los resultados pueden salvarse en archivo \*.txt utilizando el comando Exportar (*Export Data...*).

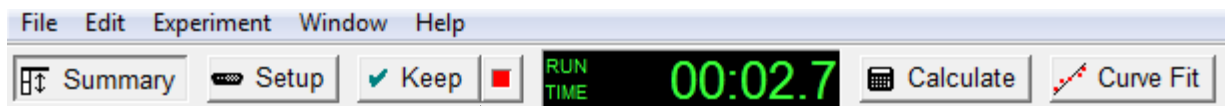


**Resumen**  
Este botón abre y cierra una columna al lado izquierdo de la pantalla que muestra de forma concreta los datos experimentales recolectados.

**Montaje**  
En esta ventana se muestra el montaje de los sensores a los diferentes puertos de la interfaz, así como cambiar las condiciones experimentales.

**Inicio y Cronómetro**  
Cuando este botón es presionado cambia al botón detener (*Stop*) y al mismo tiempo el cronómetro iniciara y no se detendrá hasta presionar el botón detener.

**Calculadora**  
Este botón abre una calculadora que es no solo es capaz de calcular expresiones matemáticas, sino también de manipular datos experimentales.



**Guardar/Detener**  
 Si el experimento incluye tomar mediciones parciales entonces aparecerá el botón guardar (*Keep*). El presionar este botón durante el proceso de recolección guardara puntos específicos. Presionar el botón rojo (detener – *Stop*) detendrá la recolección de datos.

**Escalar (*Scale to fit*)**  
 Esta herramienta permite escalar cualquier gráfica de tal forma que toda la información sea visible en pantalla.

**Acercamiento (*Zoom in, Zoom out, Zoom Select*)**  
 Estas herramientas permiten cambiar el acercamiento de la gráfica. La herramienta “Escalar” regresará a la óptima visualización.

**Estadísticas (*Statistics Tool*)**  
 Al abrir y cerrar este botón aparecen varias opciones que discutiremos más adelante.

**Configuración (*Display Settings*)**  
 Este botón abre un menú de opciones de configuración de pantalla.



**Herramienta inteligente (*Smart Tool*)**  
 Activa una mira que muestra las coordenadas de un punto gráfico sobre el que pasa. Las coordenadas se muestran entre paréntesis en la esquina superior derecha de pequeño cuadro que aparece junto a la cruz.

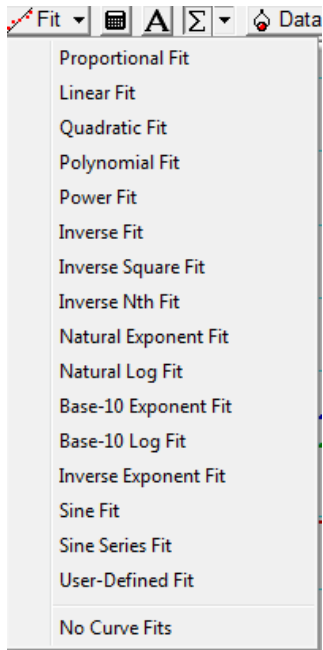
**Ajuste (*Fit Tool*)**  
 Al presionar este botón aparecen opciones para ajustar funciones a una curva.

**Notas (*Note Tool*)**  
 Con esta herramienta puede hacer anotaciones en las gráficas.

**Seleccionar / quitar datos (*Select / Remove Data*)**  
 Puede consultar datos de forma selectiva mediante el botón de datos (*Data*). Para borrar datos de la pantalla utilice el botón quitar.

### Herramienta de Estadísticas (Fit Tool)

Para ajustar una curva a un serie de datos seleccione esta opción y aparecerá la ventana que se muestra abajo.

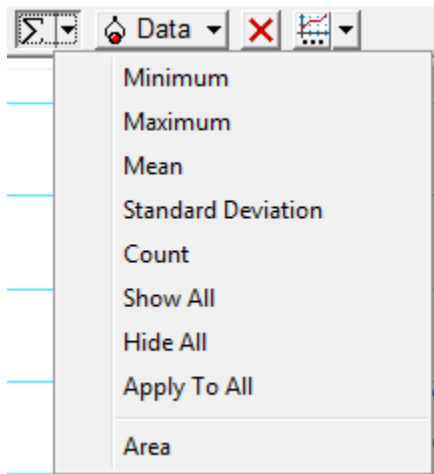


Algunos de los ajustes más usados en el desarrollo de las prácticas son:

- Ajuste Proporcional (*Proportional Fit*)
- Ajuste lineal (*Linear Fit*)
- Ajuste Cuadrático (*Quadratic Fit*)
- Ajuste Polinomial (*Polynomial Fit*)
- Ajuste Senoidal (*Sine Fit*)

### Herramienta de estadística (Statistics Tool)

En algunos casos durante los experimentos será necesario hacer algún tipo de manejo estadístico de los resultados graficados. El botón de estadística abre la siguiente ventana Los resultados aparecerán en un recuadro a la derecha de la gráfica.



#### **Mínimo (*Minimum*) / Máximo (*Maximum*)**

Esta función otorga el valor mínimo/máximo de la curva o de los datos resaltados.

#### **Valor promedio (*Mean*)**

Al seleccionar esta opción se presenta el valor promedio de la curva o de los datos resaltados.

#### **Desviación Estándar (*Standard Deviation*)**

Esta función muestra el valor estándar de la curva o de los datos resaltados.

Puede encontrar más información sobre cada uno de los elementos que se han descrito aquí en el manual de introducción que se presentó previamente

## Capítulo IV

### Prácticas

En este capítulo se presentan 22 prácticas de laboratorio que satisfacen el contenido temático de la carta descriptiva de la materia de dinámica, la cual encontrará en uno de los apéndices que se incluyen en este texto.

Encontrará que cada práctica se encuentra enumerada progresivamente y que incluye en la primera página un tiempo estimado para su elaboración. Cada práctica se subdivide en: Objetivo, en donde aparte de presentar los propósitos de la práctica se incluyen aquellos contenidos temáticos a los cuales la práctica apoya, Introducción, Equipo y Material Requerido, Montaje del Experimento, Procedimiento Experimental, Análisis Experimental y una serie de preguntas de apoyo al lector.

Las prácticas 1-6, 11, 14, 16, 19, 20, 22 consisten de un solo experimento, sin embargo las prácticas 7-10, 12, 13, 15, 17, 18 y 21 contienen dos experimentos, y en particular las prácticas 9, 12 y 18 presentan un montaje general para la práctica y montaje particular para cada experimento.

La mayoría de las prácticas se realizan con equipo de captura de datos computarizado, sin embargo las prácticas 6 y 16 utilizan recursos clásicos para obtener las mediciones.

Es importante mencionar que con excepción de las prácticas 6, 10 y 16 todas las prácticas están basadas en las prácticas propuestas por el equipo de laboratorio Pasco y se han traducido y adaptado a las necesidades de la materia.

# Práctica 1

DIN – 01

Duración: 2:00 h

## Movimiento Relativo: Marco de Referencia

### I. OBJETIVOS

El usuario utilizará el sensor de movimiento para medir el movimiento relativo entre dos carros, reforzando así algunos de los conceptos presentados en clase. En particular aquellos de las secciones 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3 y 1.2.6 de la carta descriptiva.

De manera secundaria los estudiantes se familiarizarán con el material de trabajo (PASCO) y con el programa *DataStudio*.

### II. INTRODUCCIÓN

Al considerar un cuerpo como "inmóvil" se debe además especificar con respecto a que marco de referencia estamos haciendo esta aseveración, ya que un objeto puede efectivamente, no estarse moviendo con respecto al marco de referencia. Por ejemplo, una piedra no se mueve con respecto al suelo (el marco de referencia para este ejemplo), sin embargo pudiera estarse moviendo con respecto a otro eje referencial como el sol, ya que la tierra gira alrededor de este y la piedra con ella.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará en el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz <i>ScienceWorkshop 750</i>	
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Adaptador para carros	ME-6747
1	Pista dinámica	ME-9435 A
1	Carro dinámico	ME-9430
1	Carro para colisiones	ME-9454
1	Cartón delgado de 10 cm por 10 cm	

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el *desktop*.



*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio, si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **03 Relative motion.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una gráfica de velocidad en función del tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo).

NOTA: La captura de datos se detendrá automáticamente después de 3 segundos.

5. Coloque las patas y topes a la pista dinámica y asegure que se encuentre nivelada.
6. Coloque el sensor de movimiento en el adaptador y sujete este último al carro dinámico asegurándose de que el sensor se encuentre en 0 grados de inclinación (la inclinación se observa en un costado del sensor). Este carro representará el carro A
7. Coloque verticalmente el pedazo de cartón en el segundo carro (utilice su ingenio para lograr esto).
8. Presione el embolo del segundo carro a su primer posición y coloque este carro en la pista de tal forma que apenas toque el tope. Este carro representará el carro B.



## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Procedimiento 1: El carro B se mueve y el carro A se encuentra estacionario

1. Presione "Start" en *DataStudio* y después empuje ligeramente el carro B de manera que se mueva hacia el carro estacionario (carro A). La captura de datos se detendrá 3 segundos después.
2. Observe los datos en la gráfica de velocidad contra tiempo.
3. Repita el procedimiento 3 veces para asegurarse de la consistencia de los datos.

### Análisis 1: El carro B se mueve y el carro A se encuentra estacionario

4. Seleccione con el botón izquierdo del ratón el segmento de la gráfica que describió el carro B antes de chocar con el carro A y presione el botón derecho. Aparecerá una ventana con opciones, seleccione "statistics" (estadísticas) para determinar la velocidad máxima relativa al carro A y guarde este dato.

### Procedimiento 2: El carro B se mueve hacia el carro A y el carro A se mueve hacia el carro B

5. Coloque los dos carros tal como en el procedimiento anterior.
6. Presione "Start" en *DataStudio* y después empuje ligeramente los carros uno contra el otro.

## **Análisis 2: El carro B se mueve hacia el carro A y el carro A se mueve hacia el carro B**

7. Seleccione con el botón izquierdo del ratón el segmento de la gráfica que describió el carro B antes de chocar con el carro A y presione el botón derecho. Aparecerá una ventana con opciones, seleccione “statistics” (estadísticas) para determinar la velocidad máxima relativa al carro A y guarde este dato.

## **Procedimiento 3: El carro B se mueve hacia el carro A y el carro A se aleja del carro B**

8. Coloque los dos carros tal como en el procedimiento 1.
9. Presione “Start” en *DataStudio* y empuje ambos carros uno detrás de otro.

## **Análisis 3: El carro B se mueve hacia el carro A y el carro A se aleja del carro B**

10. Seleccione con el botón izquierdo del ratón el segmento de la gráfica que describió el carro B antes de chocar con el carro A y presione el botón derecho. Aparecerá una ventana con opciones, seleccione “statistics” (estadísticas) para determinar la velocidad máxima relativa al carro A y guarde este dato.

## **VI. DATOS EXPERIMENTALES**

<b>Procedimiento</b>	<b>Valor</b>
1) El carro B se mueve y el carro A esta estacionario	Velocidad máxima del carro B =
2) El carro B se mueve hacia el carro A y el carro A se mueve hacia el carro B	Velocidad relativa de ambos carros =
3) El carro B se mueve y el carro A y el carro A se aleja del carro B	Velocidad del carro B relativo al carro A =

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN “FILE” Y “EXPORT”. CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### **Preguntas**

1. En el procedimiento 1, ¿qué significa el signo negativo en el movimiento?
2. En el procedimiento 2, ¿qué tan rápido se mueve el carro B con respecto al suelo? ¿cómo determino este valor?
3. En el procedimiento 3, ¿qué tan rápido se mueve el carro B con respecto al suelo? ¿cómo determino este valor?
4. Si usted es un observador inmóvil, ¿qué podría decir sobre la velocidad relativa de un objeto que se mueve hacia usted?
5. Si usted es un observador que se mueve hacia un objeto que a su vez se mueve hacia usted, ¿qué podría decir sobre la velocidad relativa de un objeto que se mueve hacia usted?
6. Si usted es un observador que se mueve en la misma dirección que un objeto, ¿qué podría decir sobre la velocidad relativa del objeto? ¿habría una diferencia si usted fuera adelante o atrás del objeto?
7. ¿Qué es lo que nota sobre los signos negativos y positivos relativos al sensor de movimiento?

## Velocidad instantánea contra velocidad promedio

### I. OBJETIVOS

El propósito de esta actividad es medir la velocidad promedio que recorre un objeto a medida que la distancia recorrida disminuye en cada repetición. Utilizando esta metodología es posible extrapolar la velocidad instantánea en el punto medio de la trayectoria, reforzando algunos de los conceptos presentados en clase en particular los temas 1.2.1, 1.2.2 y 1.2.3 de la carta descriptiva.

Como objetivo secundario la práctica tiene como finalidad presentar al usuario un experimento que analiza los resultados a partir de gráficas, de esta forma conectando el análisis gráfico con los conceptos presentados en los diversos cursos de matemáticas.

### II. INTRODUCCIÓN

La velocidad promedio es la razón entre la distancia total recorrida y del tiempo que le tomo al objeto recorrerla. Si se quiere recorrer una distancia de 200 Km y se conoce la velocidad promedio, digamos 50 km/h, es muy sencillo calcular el tiempo que tomara hacer el recorrido, 4 horas. Sin embargo para un policía no es importante la velocidad promedio, para él tiene mayor importancia la velocidad instantánea medida por su radar, es decir, la velocidad que se tiene en un instante en particular. Se debe pensar ahora ¿cómo se puede medir la velocidad instantánea? Una metodología, que es la que se usará en esta práctica, es medir la velocidad promedio en intervalos de distancia cada vez menores. La velocidad promedio se aproximará cada vez más a la velocidad instantánea en el punto medio.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

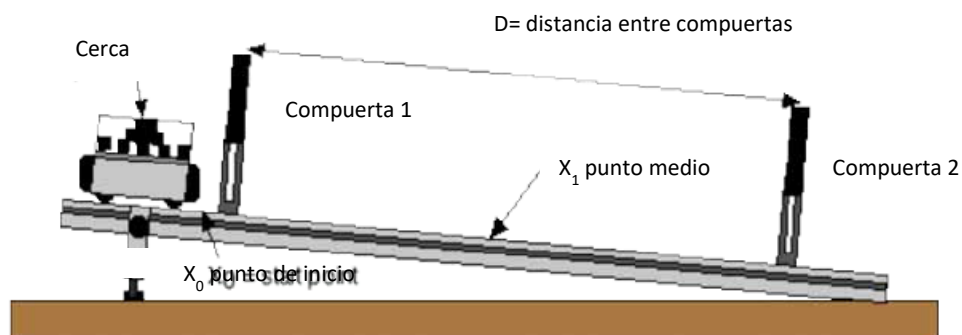
Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz <i>ScienceWorkshop 750</i>	
1	Fotocompuerta y cerca	ME-9471 A
1	Pista dinámica	ME-9435 A
1	Carro de dinámico	ME-9430

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte una fotocompuerta al canal digital 1 de la interfaz y la segunda fotocompuerta al canal digital 2.
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el *desktop*.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **05 Average Speed.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña “File” – “Open Activity” abra la carpeta “Desktop”, busque la carpeta titulada “CA-6787 Physics Experiments” y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una gráfica de velocidad promedio contra distancia. También contiene un tabla que despliega las distancias, tiempo entre compuertas y la velocidad promedio. Las distancias en la tabla corresponden a la separación entre las compuertas para cada prueba del experimento. El cronometraje se coloca en “time between gates” (tiempo entre compuertas.)
5. Coloque la pista y eleve uno de los extremos unos centímetros.
6. Marque con un lápiz un punto en el centro de la pista y regístrelo en la tabla de datos como  $X_1$ .
7. Escoja otro punto cerca de la parte superior de la pista, este será su punto de inicio y márkelo como  $X_0$ .
8. Coloque la fotoc compuerta conectada al Canal Digital 1 (“Compuerta 1”) en la parte superior a 0 cm del punto  $X_1$ . Coloque la fotoc compuerta conectada al Canal Digital 2 (“Compuerta 2”) a 40 cm del punto  $X_1$  en la parte inferior.
9. Coloque la cerca en la bandeja superior del carro de tal forma que la barra sólida bloquee el rayo de la fotoc compuerta cuando el carro se deslice.
10. Ponga el carro en la pista y ajuste la altura de las compuertas de tal forma que el rayo sea bloqueado por la cerca.



## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

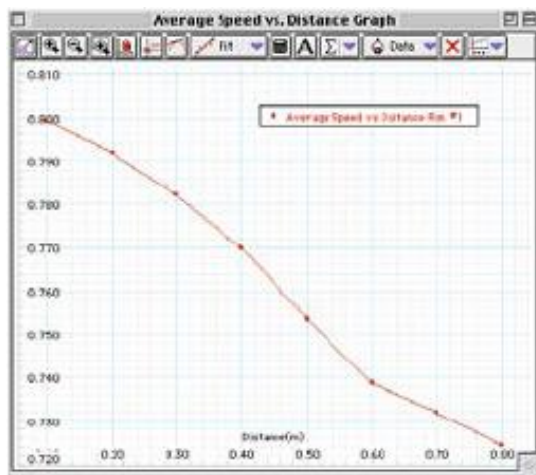
1. Asegúrese que la distancia total “D” entre los centros de las dos fotoc compuertas sea el primer valor de la siguiente tabla

Experimento	Distancia “D” (m)
1	0.80
2	0.70
3	0.60
4	0.50
5	0.40
6	0.30
7	0.20
8	0.10

2. Coloque el carro en la posición de inicio.
3. Comience la recolección de datos presionando "Start" en *DataStudio*.
4. Libere el carro para que ruede sobre la pista. El cronometraje inicial es el momento en que la fotoc compuerta es tapada.
5. Después de que el carro pasa por la segunda fotoc compuerta, presione "keep" para guardar el primer valor de la distancia junto con el "tiempo entre las compuertas".
  - La "velocidad promedio" se calcula automáticamente en base del valor de la distancia y del "tiempo entre las compuertas".
6. Para la siguiente repetición mueva cada fotoc compuerta 5 cm más cerca al punto  $x_1$ . Asegúrese que cada compuerta este equidistante al punto  $X_1$ .

NOTA: Tenga cuidado en no interrumpir el haz de las fotoc compuertas.

7. Repita el proceso de guardado de datos para los valores de las distancias que se muestran en la tabla anterior.
8. Termine el proceso de guardado de datos presionando el botón "Stop" en *DataStudio*. La información obtenida aparecerá como "Run #1".
9. Expanda la tabla "Distance and time" de manera que cubra toda la pantalla. Presione el botón "Calculate" que se encuentra a un costado del cronómetro y aparecerá una venta nueva llamada "Calculator".



Presione "Accept" y observará que aparece una curva en la ventana de la gráfica "Average Speed Vs. Distance Graph".

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. Escale la gráfica de velocidad promedio contra distancia de tal forma que toda la información sea visible en la pantalla.
2. En *DataStudio*, presione "Fit" y seleccione "Cuadratic". Aparecerá un recuadro titulado "Quadratic Fit".
3. En este recuadro aparecen los valores "A", "B" y "C", asociados a la ecuación general de segundo grado  $Ax^2 + Bx + C$ , para el mejor ajuste de los datos de "Run #1".
4. Guarde los valores B y C, ya que el primero es el valor de la velocidad inicial mientras que C es el valor de intersección con el eje Y.

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Preguntas

1. Escriba el valor de la pendiente encontrada. Este es el valor de la velocidad inicial

Velocidad Inicial - B	m/s
-----------------------	-----

2. ¿Cuál es la relación del valor de C y la velocidad instantánea del carro mientras en el punto medio  $X_1$ ?
3. ¿Cuál de las velocidad promedio calculadas considera usted que se asemeja más a la velocidad instantánea del carro en el punto medio  $X_1$ ?
4. ¿Qué factores (veracidad de la medición, el carro, la liberación del objeto, tipo de movimiento) influyen en los resultados obtenidos? Discuta como cada uno de estos.
5. ¿Existe alguna manera de medir la velocidad instantánea directamente, o siempre es algo que tiene que ser derivado de mediciones de velocidad promedio?

# Práctica 3

DIN – 03

Duración: 1:00 h

## Velocidad de un carro motorizado

### I. OBJETIVO

El propósito de esta actividad es analizar el movimiento rectilíneo uniforme (velocidad constante) tal como es presentado en las secciones 1.2.1 - 1.2.3 de la carta descriptiva.

Como objetivo secundario el estudiante continuará su análisis gráfico de resultados experimentales, de esta forma verificando los resultados experimentales contra los resultados teóricos aprendidos en clase.

### II. INTRODUCCIÓN

Aun cuando el significado de velocidad constante es bastante claro (una velocidad que no cambia su magnitud), la representación gráfica de esta velocidad involucra muchos conceptos fundamentales de cinemática. La pendiente de la curva obtenida al describir la posición de una partícula como función del tiempo, será la velocidad. La posición al iniciar la medición se pueden obtener con la intersección de la curva con el eje "y". El signo de la pendiente nos indica la dirección de movimiento del objeto.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará en el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz <i>ScienceWorkshop 750</i>	
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Pista dinámica	ME-9435 A
1	Carro motorizado	ME-9781
4	Baterías C	

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "cerca" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de un carro).
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicha interfaz programa lo encontrará sobre el *desktop*.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **06 Constant Velocity.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.

- El archivo de *DataStudio* contiene una gráfica de la posición como función tiempo. El sensor iniciará la captura de datos cuando el objeto se encuentre a 25 cm y se detendrá a 100 cm de distancia. En la ventana de “Experiment Setup” (que puede localizar presionando el botón “Setup” que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos (“sample rate”) está en 20 Hz (20 muestras por segundo).
5. Coloque las patas a la pista dinámica y asegure que la pista esta nivelada, tal como se ve en la figura.
  6. Asegure el sensor de movimiento en un extremo de la pista y verifique que el sensor se encuentre en 0 grados de inclinación (la inclinación se observa en un costado del sensor).
  7. Ponga el carro motorizado a 15 cm del sensor de movimiento de tal forma que su parte trasera este frente al sensor.



## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Presione “Start” en *DataStudio*.
2. Encienda el interruptor en la parte superior del carro. La adquisición de datos comienza automáticamente cuando el carro se encuentre a 25 cm del sensor, y se detiene automáticamente cuando el carro este a 100 cm
3. Apague el carro y colóquelo de nuevo en el inicio.

NOTA: No permita que el carro se golpee.

4. Ajuste la velocidad del carro y repita el experimento 2 veces más (para un total de 3.) Note la diferente inclinación de las rectas (pendiente,  $m$ ) en la gráfica.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. Escale la gráfica de velocidad promedio contra distancia de tal forma que toda la información sea visible en la pantalla.
2. Presione “Run #1” en la leyenda de la gráfica para seleccionar el primer conjunto de datos. Examine las unidades y variables de los ejes.
3. Para hacer un ajuste lineal, presione “Fit” en la barra de la gráfica y seleccione “Linear”. Aparecerá “Y Intercept” en la ventana de “Linear Fit”.
4. En el recuadro que aparece después de hacer el ajuste y que presenta el texto “Linear Fit” encontrará el valor de la pendiente “ $m$  (slope)” y “ $b$  (Y Intercept)”.
5. Guarde el valor de  $m$  y de  $b$  para el primer experimento (Run #1).
6. Repita el proceso de análisis para los otros experimentos.



Experimento	Pendiente	b
1		
2		
3		

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Qué se muestra en el eje vertical de su gráfica y cuáles son sus unidades?
2. ¿Qué se muestra en el eje horizontal de su gráfica y cuáles son sus unidades?
3. ¿Por cuánto tiempo se movió el carro motorizado en cada experimento?

Experimento	Tiempo de movimiento (s)
1	
2	
3	

4. Las condiciones automáticas de arranque y detención fueron las mismas para cada experimento. ¿Entonces por qué es el tiempo de movimiento diferente para experimento?
5. ¿Qué cantidad física representa la pendiente?
6. ¿Cuáles son las unidades de la pendiente para cada curva?
7. ¿Qué cantidad física representa "Y Intercept"?
8. Utilizando la relación  $y = mx + b$  escriba una ecuación para cada curva de su gráfica. Incluye tanto unidades y constantes para la pendiente y "Y Intercept"

Experimento	Ecuación ( $y = mx + b$ )
1	
2	
3	

9. Conociendo la cantidades físicas representadas por la pendiente y de "Y Intercept", ¿Qué variables podría poner en lugar de "y", "m" y "b", para hacerlo describir específicamente el movimiento del carro?

## Velocidad constante y aceleración constante

### I. OBJETIVO

La finalidad de esta actividad es investigar y hacer una comparación entre el movimiento rectilíneo uniforme (MRU - velocidad constante) y el movimiento rectilíneo acelerado (MRA - aceleración constante).

El estudiante aprenderá a leer e interpretar gráficas de posición contra tiempo, en particular aquellas que reflejen el movimiento MRU y MRA, y mediante un análisis de los resultados identificará por el tipo de la curva dependiente del tiempo, el tipo de movimiento que se representa.

Los temas que se discuten en esta práctica son aquellos que se presentaron en los temas 1.2.1 - 1.2.4 de la carta descriptiva.

### II. INTRODUCCIÓN

Si se es capaz de describir la posición de un objeto como función del tiempo,  $x(t)$ , entonces calcular la velocidad instantánea del mismo es muy sencillo, ya que está dada por la primer derivada de la función de posición, es decir,  $v(t)=dx/dt$ . Se puede recordar que la derivada es la pendiente de una curva, por lo tanto gráficamente la velocidad es la pendiente de la curva de la posición.

De forma similar, si  $v(t)$  es la velocidad como función del tiempo, entonces la aceleración de un objeto está dada por la primer derivada de la velocidad con respecto al tiempo, es decir,  $a(t)=dv/dt$ , por lo tanto la aceleración es la es la pendiente de la curva de la velocidad.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz <i>ScienceWorkshop 750</i>	
2	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Carro motorizado	ME-9781
2	Pista dinámica	ME-9435 A
1	Carro dinámico	ME-9430
1	Accesorio de abanico	ME-9491
2	Accesorio de pulso de tiempo	ME-9496
2	Baterías AA	
4	Baterías C	

#### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

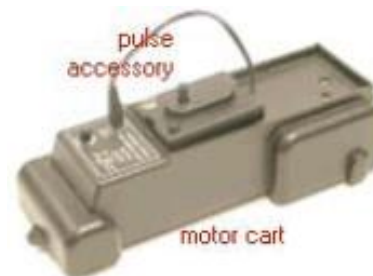
1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte ambos sensores de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 para el primer sensor, y en las entradas digitales 3 y 4 para el segundo sensor. Verifique que ambos sensores de movimiento se encuentren en la posición "cerca" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de un carro).
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el *desktop*.

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **07 Vel and Acc.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una gráfica de posición contra tiempo, en donde se presentarán dos curvas. Una muestra el movimiento del carro motorizado y la otra muestra el movimiento del carro con el accesorio de abanico. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo).

NOTA: La captura de datos se detendrá automáticamente después de 5 segundos

5. Coloque las pistas en la mesa con al menos 30 cm de separación e inserte un sensor de movimiento en el extremo de las pistas.
6. Inserte las baterías en la base del abanico y coloque las varas de metal en las otras dos ranuras. (Dos baterías hacen que el abanico funcione a baja velocidad)
7. Coloque el accesorio de abanico en la parte superior del carro dinámico y sobre este último coloque el accesorio de pulso de tiempo. Configure para que el abanico se encienda por 4 segundos.
8. Coloque el abanico 15 cm adelante del sensor de movimiento en una de las pistas. Asegúrese de que el carro con el abanico se alejará del sensor cuando el accesorio de pulsos se encienda.
9. Asegure el segundo sensor de pulsos en la parte superior de un carro motorizado. Configure el sensor para que el motor se prenda por 4 segundos.
10. Coloque el carro motorizado 15 cm enfrente del sensor de movimiento en la segunda pista. Asegúrese de que el carro motorizado se alejará del sensor cuando el sensor de pulsos se inicie.



## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja los carros y si una segunda persona opera la computadora.

1. Presione el interruptor en ambos accesorios de pulso. Antes de que el carro comience a moverse existe un conteo de 2 segundos.
2. Presione "Start" en *DataStudio*. La captura de datos se detendrá automáticamente.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. Escale la gráfica de velocidad promedio vs distancia de tal forma que toda la información sea visible en la pantalla.
2. Presione "Run #1" en la leyenda de la gráfica para seleccionar el primer conjunto de datos. Examine las unidades y variables de los ejes.
3. Decida si este primer conjunto de datos es una curva o una recta. Presione "Fit" en la barra de la gráfica y seleccione "Linear" o "Quadratic" según considere adecuado.
4. Para el segundo conjunto de datos presione "Run #2" y repita el paso anterior.
  - Para el caso del ajuste lineal aparecerá un recuadro en donde aparecerá la pendiente ( $m$  "slope") y el valor de  $b$  ("Y intercept"). Para el ajuste cuadrático aparecen en el recuadro las variables A, B y C.
5. Examine el despliegue de la gráfica y utilice los resultados para contestar las siguientes preguntas.

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Preguntas

1. ¿Qué carro se estaba moviendo aproximadamente a velocidad constante? ¿Cuál era la velocidad aproximada de dicho carro?
2. ¿Existe un momento en donde los carros se rebasan?, si la respuesta es sí, diga cuándo.
3. Examine el punto de la gráfica cuando las dos graficas se cruzan. ¿Qué carro iba más rápido en ese momento? ¿Cómo puede saber esto?, explique.
4. ¿Qué curva se ajusta mejor a cada uno de los datos?
5. Para la curva con el ajuste lineal que significan, en contexto del movimiento, la pendiente ("slope") y  $b$  ("Y intercept")
6. Los valores A, B y C que aparecen en el ajuste cuadrático, ¿qué significado conllevan?
7. ¿Cuál es la diferencia entre los movimientos del carro motorizado y del carro con el abanico?

## Aceleración Constante

### I. OBJETIVO

El propósito de esta práctica es estudiar la relación entre posición, velocidad y aceleración en el movimiento rectilíneo. El estudiante utilizará un sensor de movimiento para medir el movimiento acelerado de un carro con un abanico. Los resultados obtenidos serán analizados gráficamente en donde se podrán aplicar conceptos de cursos de matemáticas y conceptos vistos durante el curso, en particular aquellos presentados en los temas 1.2.1, 1.2.2 y 1.2.4 de la carta descriptiva.

### II. INTRODUCCIÓN

La aceleración ( $a$ ), se ha definido como:

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

en donde  $v$  es la velocidad. Para una aceleración constante integrando la ecuación anterior se obtiene:

$$\int_{v_0}^v dv = a \int_{t_0}^t dt \rightarrow v = v_0 + a(t - t_0) \quad (2)$$

donde  $v_0$  es la velocidad inicial, al tiempo  $t_0$ . Recordando que la velocidad se define como:

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

en donde  $x$  es la posición del objeto. Sustituyendo esta ecuación en (2) se obtiene que:

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t_0}^t [v_0 + a(t - t_0)] dt \rightarrow x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 \quad (4)$$

donde  $x_0$  es la posición inicial. Note que si  $x_0$  y  $v_0$  son cero la ecuación es una parábola.

Si se combinan las ecuaciones (1) y (2) se encuentra que la aceleración es la segunda derivada temporal de la posición

$$\frac{dx}{dt} = v_0 + at = v \quad (5)$$

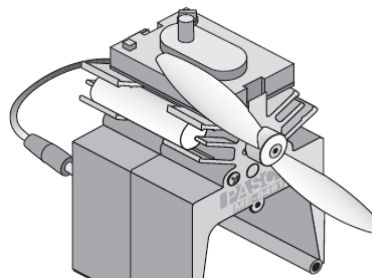
### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Pista dinámico	ME-9435 A
1	Accesorio de abanico	ME-9491
2	Baterías AA	

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "cerca" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de un carro).
3. Inicie DataStudio, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.
4. Abra el archivo **08 Fan Cart.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* tiene una gráfica de la posición, velocidad y aceleración contra tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo).



*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

5. Inserte las baterías en la base del abanico y coloque las varas de metal en las otras dos ranuras. (Dos baterías hacen que el abanico funcione a baja velocidad.) Coloque el accesorio de abanico en la parte superior del carro dinámico.
6. Coloque el carro con el abanico en una de las pistas a 15 cm en frente del sensor de movimiento. Asegure que el carro se alejará del sensor una vez que abanico este encendido.



### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja los carros y si una segunda persona opera la computadora

1. Encienda el abanico
2. Presione "Start" en *DataStudio* y libere el carro de tal forma el abanico aleje el carro del sensor.
3. Presione "Stop" cuando el carro haya llegado al final de la pista y apague el abanico.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

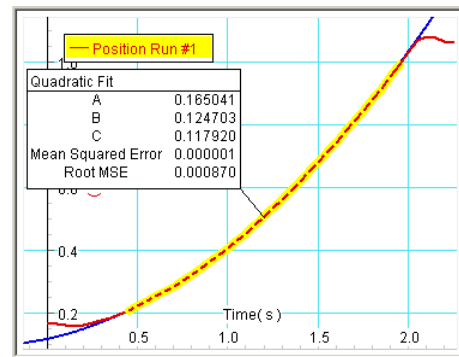
1. Escale la gráfica de tal forma que toda la información sea visible en la pantalla.
2. Examine el despliegue de la gráfica y utilice los resultados para contestar las siguientes preguntas.

### Como encontrar la aceleración de la gráfica de posición vs tiempo

1. Presionando con el botón izquierdo del ratón subraye una parte de la gráfica de posición
2. Presione en el menú "Fit" (Ajuste) y seleccione "Quadratic Fit" (Ajuste Cuadrático).

El coeficiente "A" es el coeficiente del término cuadrado en la fórmula de ajuste. Anote dicho valor.

A= \_\_\_\_\_

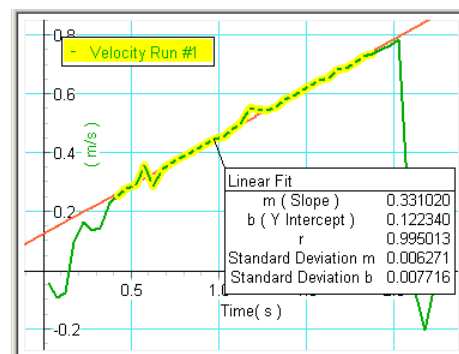


### Como encontrar la aceleración de la gráfica de velocidad vs tiempo

1. Subraye una parte de la gráfica de posición
2. Presione en el menú "Fit" (Ajuste) y seleccione "Linear Fit" (Ajuste Lineal).

El coeficiente "m" es el valor de la pendiente. Anote dicho valor el cual es la pendiente.

m= \_\_\_\_\_



### Compare los valores de la aceleración

Multiplique el valor de "A" por 2 para obtener la aceleración en base a la posición vs tiempo. Guarde el valor. Compare este valor al obtenido mediante la pendiente ("m") de la gráfica de velocidad contra tiempo.

$2 \times A =$

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Verificación

Calcule el porcentaje de diferencia de los valores de aceleración:

$$\%dif = \left| \frac{\text{Aceleración de la gráfica posición vs tiempo}}{\text{Aceleración de la gráfica de la velocidad vs tiempo}} \right| \times 100\%$$

## Preguntas

1. ¿Qué forma tiene la gráfica de la posición en función del tiempo?
2. ¿Qué forma tiene la gráfica de la velocidad en función del tiempo?
3. En este análisis se utilizó una representación gráfica de cómo la posición y la velocidad se relacionan con la aceleración constante de un objeto. ¿Qué descubrió?
4. ¿Los resultados soportan las ideas que tenía antes?



## Caída Libre I

### I. OBJETIVO

El objetivo de este experimento es estudiar y verificar las ecuaciones de caída libre presentadas en el curso, en particular aquellas que se estudian en los temas 1.2.1 y 1.2.4 de la carta descriptiva.

Secundariamente el estudiante aprenderá a refinar su técnica experimental para reducir el error inherente a cualquier medición.

### II. INTRODUCCIÓN

El ejemplo más consistente y antiguo de aceleración constante es el de la aceleración de la gravedad. Esta es causada por la presencia del campo gravitatorio terrestre que para los cuerpos tiene como efecto la presencia de una fuerza gravitacional, descrita por:

$$F = G \frac{m_t m}{r_t^2}, \quad (6)$$

en donde  $G = 6.67384 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$  es la constante gravitacional,  $m_t = 5.97219 \times 10^{24} \text{ kg}$  es la masa de la tierra,  $m$  la masa del objeto en caída libre y  $r_t = 6,371,000 \text{ m}$  es el radio terrestre promedio, es decir la distancia que separa al objeto del centro de masa del planeta.

Como se observa, la fuerza de atracción de la tierra presenta 3 constantes, por lo que podemos reescribir la ecuación (6) como:

$$F = m \frac{G m_t}{r_t^2}, \quad (7)$$

en donde, después de un análisis dimensional encontramos que  $\frac{G m_t}{r_t^2}$ , tendrá unidades de aceleración  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$  con un valor de alrededor de  $g \approx 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , que de aquí en adelante conoceremos como el valor constante de la aceleración de la gravedad sobre la superficie terrestre.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
3	Cronómetro	
1	Flexómetro	
3	Pelotas de tenis	

#### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Elija un lugar alto de donde pueda dejar caer la pelota. (En CITEC se recomienda utilizar el balcón del tercer piso del edificio A, ya que el tráfico de gente es menor y se encuentra cerca del laboratorio A04).
2. Mida la altura ( $h$ ) desde el punto donde deja caer la pelota hasta el punto donde caerá la misma
3. Utilizando esta altura, la aceleración de la gravedad ( $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$ ) y suponiendo que dejara caer la pelota ( $v_0 = 0 \frac{m}{s}$ ), calcule el tiempo que el tomara a la pelota caer al suelo ( $t_t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ), guarde y nombre a este valor, tiempo teórico  $t_t$ .
4. Divida a su equipo en tres partes. Cada sub equipo será responsable de las tareas enumeradas a continuación:
  - a) El primero estará en el balcón, dejará caer la pelota y tomara el tiempo.
  - b) El segundo estará a nivel del suelo y tomara el tiempo con dos cronómetros.
  - c) El último equipo tendrá la responsabilidad de dar la señal de salida, asegurándose que nadie sea golpeado por la pelota.

NOTA: Debe tomar las debidas precauciones durante la elaboración de la práctica, cualquier incidente será castigado estrictamente.

#### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. A la señal de alguno de los integrantes deje caer la pelota e inicie los tres cronómetros. Estos se detendrán al golpear la pelota con el suelo.
2. Compare los tiempos de los tres cronómetros ( $t_1, t_2, t_3$ ), con el tiempo teórico ( $t_t$ ), si cualquiera de los tres tiempos difieren en 5% con el tiempo teórico deseche los resultados y repita la medición. Esto forzara al equipo en mejorar su procedimiento experimental.
3. Repita hasta obtener 10 mediciones.

#### VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. Anote los resultados obtenidos en la tabla de resultados que se presenta más adelante. Para cada repetición encuentre el valor promedio del tiempo ( $t_p$ ).
2. La aceleración teórica ( $a_t$ ), es la aceleración de la gravedad calculada previamente ( $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$ ).
3. Calcule la aceleración experimental utilizando la relación  $a_e = \frac{2h}{t_p^2}$ .

	$t_t$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_p$	$a_t$	$a_e$	% de diferencia
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

## Preguntas

1. ¿Cuál es la diferencia entre la aceleración teórica ( $a_t$ ), y el valor experimentado encontrado ( $a_e$ )?

$$\% \text{ de diferencia} = \left| \frac{a_e - a_t}{a_t} \right| \times 100\%$$

2. ¿Cuántas repeticiones fueron necesarias antes de cumplir el requisito de 5% diferencia entre el tiempo teórico y el experimental?
3. Bajo la experiencia obtenida, ¿Cuáles son los errores más típicos en el procedimiento experimental que utilizaron?
4. ¿Cómo considera que se pudieran mejorar las mediciones realizadas?

## Aceleración constante en un plano inclinado

### I. OBJETIVO

Se desea ilustrar la descomposición vectorial de la aceleración de la gravedad para un cuerpo que se desliza en un plano inclinado, y con estos resultados analizar otra metodología para verificar la aceleración constante de la gravedad. En particular se estudiará la relación entre posición, velocidad y aceleración en el movimiento rectilíneo de un carro mientras se desliza sobre un plano inclinado. Esta práctica consiste de dos experimentos los cuales verificarán los temas 1.2.1- 4 de la carta descriptiva.

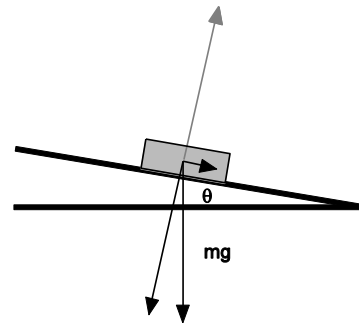
### II. INTRODUCCIÓN

Si un objeto se mueve en un plano inclinado de ángulo  $\theta$  con la horizontal, tal como se muestra en la figura, la fuerza de la gravedad (el peso,  $mg$ ) de acuerdo al eje referencial del plano inclinado puede ser descompuesta en una fuerza perpendicular y en una paralela a la superficie del plano.

Mediante una descomposición trigonométrica se observa que la fuerza perpendicular está dada por  $mg\cos\theta$  mientras que la componente paralela, será  $mg\sin\theta$ , donde  $m$  es la masa del cuerpo y  $g$  es la aceleración debido a la gravedad.

La aceleración del cuerpo debe ser  $a = g\sin\theta$ , tanto cuando sube o baja del plano inclinado.

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrará dos descripciones completas en lo que se refiera a Montaje del experimento, procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.



### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
1	Sensor de aceleración	CI-6558
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Pista dinámica	ME-9435 A
1	Carro de dinámico	ME-9430
2	Barra de 45 cm	ME-8736
1	Base universal grande	ME-8735
1	Abrazadera doble	ME-9873
1	Cinta métrica	SE-8712

## Experimento 1: Aceleración constante

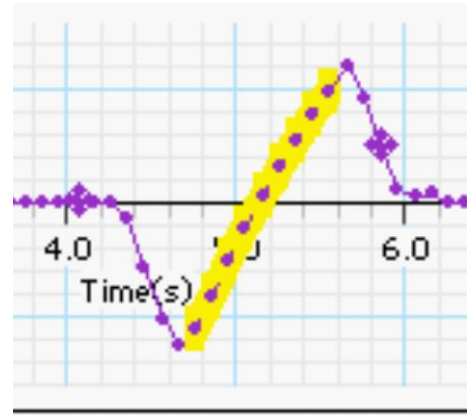
### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).
3. Conecte el sensor de aceleración al canal análogo de la interfaz.
4. Inicie DataStudio, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop

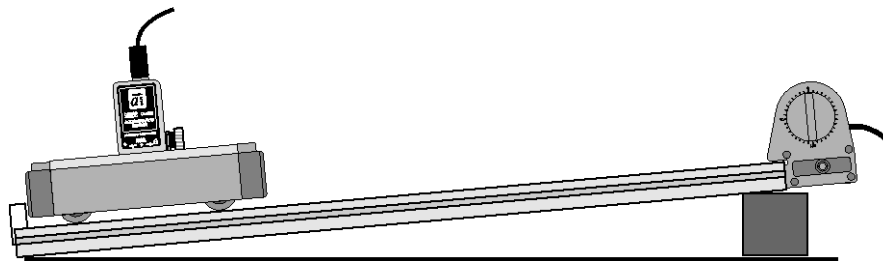
*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

5. Abra el archivo **09 Cart Up Down Incline.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.

- El archivo de *DataStudio* tiene una gráfica de la posición, velocidad y aceleración contra tiempo, una gráfica de velocidad y aceleración contra posición, y un despliegue del sensor de aceleración. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 10 Hz (10 muestras por segundo) para el sensor de movimiento y a 50 Hz para el sensor de aceleración (50 muestras por segundo).



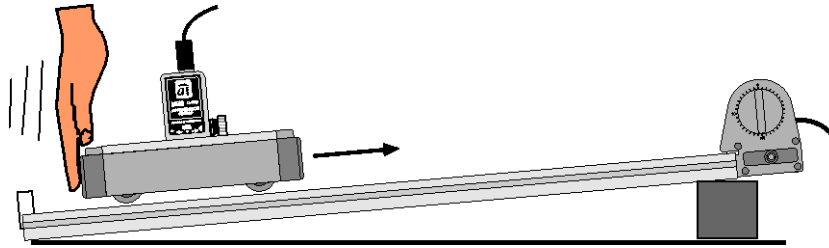
6. Coloque la pista sobre una superficie horizontal. Utilice la base y varilla para elevar un extremo.
7. Sujete el sensor de movimiento en la parte elevada de la pista. Con un lápiz ponga una marca a 15 cm del sensor de movimiento.
8. Coloque el indicador de ángulos en la pista.
9. Monte el sensor de aceleración sobre el carro y verifique que el montaje del equipo sea como el que se observa en la siguiente figura.



## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

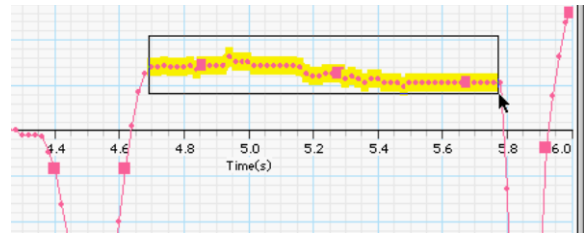
NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja el carro y una segunda persona opera la computadora

1. Coloque el carro en la parte inferior de la pista
2. Presione "Start" en *DataStudio* y de un firme empujón hacia el sensor de movimiento.
3. Presione "Stop" cuando el carro haya llegado a la parte inferior de la pista.
4. Una vez que haya concluido el experimento modifique la altura y repita el experimento presionando el botón "Tare" del sensor de aceleración antes de cada repetición. Haga esto para 3 alturas diferentes.
5. Para repetición realice el análisis de los datos experimentales que se presenta a continuación



## VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. En la gráfica de velocidad generada por el sensor de movimiento seleccione la región de la gráfica que muestra el movimiento del carro después del empujón y antes que se detenga en la parte inferior arrastrando el cursor para encuadrarla.
2. Seleccione del menú "Fit" la opción "linear" (lineal). La pendiente del mejor ajuste será la aceleración promedio. Guarde este valor en la tabla de datos.
3. En la gráfica de la aceleración del sensor de aceleración, seleccione la región de la gráfica que corresponde al movimiento del carro después del empujón y antes que se detenga en la parte inferior arrastrando el cursor para encuadrarla.
4. Para la región seleccionada utilice la herramienta "Statistics" (Estadísticas) para encontrar el valor medio de la aceleración tal como fue medido por el sensor de aceleración y guarde este valor en la tabla de datos.



NOTA: La herramienta "Statistics" (Estadísticas) la puede localizar presionando el botón derecho de su ratón, aparecerá un menú, seleccione ahí "Statistics" y guarde el valor medio de la aceleración en la tabla de datos.

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT)

## Preguntas

1. Escriba en la siguiente tabla los datos obtenidos del experimento

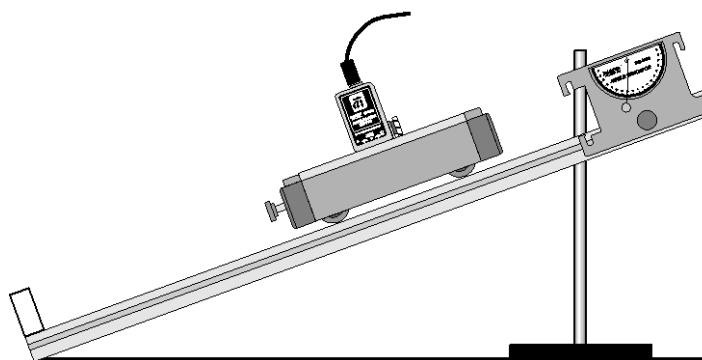
Medición	Repetición #1	Repetición #2	Repetición #3
Aceleración (pendiente)			
Aceleración (promedio)			

2. Describa la gráfica de la posición en función del tiempo. ¿Por qué la distancia tiene un valor máximo y disminuye a medida que el carro sube el plano inclinado?
3. Describa la gráfica de la velocidad contra el tiempo.
4. Describa la gráfica de la aceleración contra el tiempo.
5. ¿Cómo se comparan los valores de la aceleración calculada del promedio de la pendiente de la curva de velocidad contra tiempo con respecto a la obtenida de la gráfica de la aceleración?
6. ¿Cómo se comparan las aceleraciones para las tres alturas? Explique el porqué de sus resultados.

## Experimento 2: Ángulo variable

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Siga los pasos del 1, 3 y 4 del montaje del experimento anterior.
2. Abra el archivo de *DataStudio*: **10 g sin theta.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña “File” – “Open Activity” abra la carpeta de “Desktop”, busque la carpeta titulada “CA-6787 Physics Experiments” y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* tiene una gráfica que despliega la aceleración contra el tiempo, una tabla que muestra la aceleración y “sen(theta)”, y una gráfica que presenta la aceleración contra “sen(theta)”. En la ventana de “Experiment Setup” (que puede localizar presionando el botón “Setup” que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos (“sample rate”) está en 50 Hz (50 muestras por segundo).
3. Sujete el sensor de aceleración en el carro. Configure a “Sensor Response” y coloque en “Slow”.
4. Coloque la pista sobre una superficie horizontal y utilice la base y varilla para elevar un extremo 20 cm (los 20 cm deberán ser medidos a partir de la base superior de la pista.)
5. Sujete el indicador angular en la parte elevada de la pista.
6. Haga una marca, con un lápiz en la parte superior de la pista, este punto será su punto de partida para cada una de las repeticiones.



### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja el carro y si una segunda persona opera la computadora

1. Determine el ángulo de la pista. Utilice el indicador de ángulos o mida la altura y la longitud de la pista. (También pudiera utilizar su celular si tiene el programa adecuado).
2. Coloque el carro en el punto de inicio del plano inclinado. Presione “Tare” en el sensor para calibrarlo.
3. Presione “Start” en *DataStudio* y suelte el carro.
4. Atrape el carro cuando llega a la parte inferior de la pista y detenga la recolección de datos.
5. Vea la sección DATOS EXPERIMENTALES antes de proseguir.
6. Baje la parte inclinada de la pista 4 cm.
7. Repita el procedimiento para la nueva altura. Repita los pasos 1 al 6 hasta que la altura sea de 4 cm.



## VI. DATOS EXPERIMENTALES

La primera parte del análisis de los datos experimentales consiste en seguir los siguientes pasos para cada altura:

1. Determine el seno del ángulo y guarde el valor en la tabla dada al final de este procedimiento.
2. En la gráfica, seleccione presionando y arrastrando el cursor, la sección de los datos que corresponde al movimiento del carro en la pista.
3. Utilice la herramienta de análisis para determinar el promedio ("Mean") de la aceleración. En *DataStudio*, seleccione el menú de estadísticas ("Statistics menú") y seleccione "Mean".
4. Escriba en la tabla el valor del seno del ángulo y la aceleración promedio para el ángulo particular.

Para la segunda parte del análisis, utilice la gráfica de aceleración contra Sen(theta)

5. Encuentre la pendiente y el valor donde se dé el mejor ajuste de la curva corta al eje y ("y-intercept"). Puede presionar el valor de ajuste ("Fit") y seleccionar "Linear".
6. Guarde el valor de la pendiente, "m", que será la aceleración debido a la gravedad, g.

Experimento	Altura de la Pista (cm)	Angulo $\theta$	Sen( $\theta$ )	Aceleración (m/s <sup>2</sup> )
1	20 cm			
2	16 cm			
3	12 cm			
4	8 cm			
5	4 cm			

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Cuál es la diferencia entre el valor medido de "g" y el valor teórico del mismo?

$$\text{Porcentaje de Diferencia} = \left| \frac{\text{medido} - \text{teórico}}{\text{teórico}} \right| \times 100\%$$

2. Si la masa del carro se duplica, ¿Cómo afectara a los resultados?, experimente con esto.

# Práctica 8

DIN – 08

Duración: 2:00 h

## Caída libre II

### I. OBJETIVO

El propósito de esta actividad es medir la aceleración de una bola que cae. A diferencia de la práctica 6 aquí el enfoque es utilizar el equipo de laboratorio y un análisis gráfico de los resultados, los cuales serán comparados con el valor estándar de la aceleración de la gravedad. Se estudiarán y verificarán las ecuaciones de caída libre presentadas en el curso, en particular aquellas que se estudian en los temas 1.2.1 y 1.2.4 de la carta descriptiva.

### II. INTRODUCCIÓN

Hace más de 22 siglos, el filósofo y científico Griego Aristóteles propuso que existe una fuerza natural que causa a los objetos pesados caer hacia el centro de la tierra. Llamo a esta fuerza, gravedad. En el siglo XVII el científico Isaac Newton demostró que la gravedad es una fuerza universal. Es la fuerza que causa que la Luna gire alrededor de la Tierra, y la Tierra alrededor del Sol.

Cuando un objeto se encuentra en “caída libre”, quiere decir que la única fuerza que actúa sobre él es la de la gravedad. Mientras un objeto cae libremente, es acelerado. Para un objeto en caída libre cerca de la superficie de la tierra la razón de cambio de velocidad es constante y es la aceleración debido a la fuerza de gravedad.

Despreciando la resistencia del aire, un objeto cae una distancia proporcional al cuadrado del tiempo.

$$d \propto t^2$$

El primero en derivar esta ecuación matemática fue Galileo y afirmó que para un lugar fijo en la superficie de la tierra todos los objetos caerán con la misma aceleración. Esta aceleración comúnmente se conoce como la aceleración debido a la gravedad y tiene un valor aproximado de  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrará dos descripciones completas en lo que se refiera a montaje del experimento, procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Base universal grande	ME-8735
1	Barra de 45 cm	ME-8736
1	Barra de 90 cm	ME-8738
1	Abrazadera doble	ME-9873
1	Sistema de poleas y fotocpuertas	ME-6838
1	Cerca grande	ME-9377 A
1	Abrazadera universal para mesa	ME-9376 B
1	Pelota de hule	
1	Cinta métrica	SE-8712

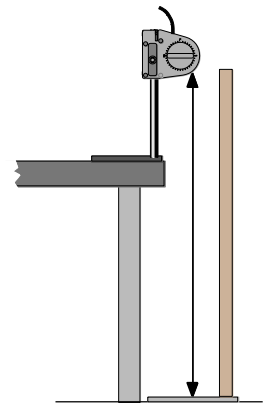
# Experimento 1: Bola en caída libre

## IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio. Si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **11 Falling Ball.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* tiene gráficas de la posición como función del tiempo y velocidad contra tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 60 Hz (60 muestras por segundo).



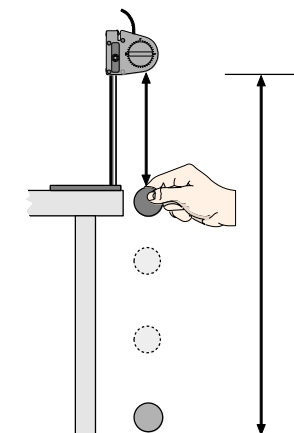
### Calibración del sensor

1. Coloque el sensor a exactamente un metro de distancia de una superficie plana que sea capaz de reflejar los pulsos del sensor de movimiento. Coloque el sensor de movimiento en una vara de soporte a la orilla de la mesa. Apunte el sensor al suelo. Si el suelo está alfombrado o tiene un tapete, coloque una pieza de madera o metal liso exactamente abajo del sensor.
2. En la barra principal presione el icono "Setup". En la parte inferior observará dos opciones: "Measurements" (mediciones) y "Motion Sensor" (sensor de movimiento), presione este último e inmediatamente escuchará como el sensor comienza a hacer chasquidos algunas veces por segundo.
3. Para calibrar el sensor, primero asegure que el sensor se encuentre a 1.00 m del blanco, mida esta altura utilizando una cinta métrica. Después presione el botón "Calíbrate" en la ventana del Sensor de Movimiento.
  - El programa calcula la velocidad del sonido en base a la distancia de calibración (1.00 m) y del tiempo de viaje redondo del pulso y del eco.
4. En el recuadro "Standard Distance" aparece la distancia de 1 metro, presione "Set Sensor Distance = Standard Distance" y cierre la ventana "Experimental Setup" para regresar al experimento.

## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja la pelota y una segunda persona opera la computadora.

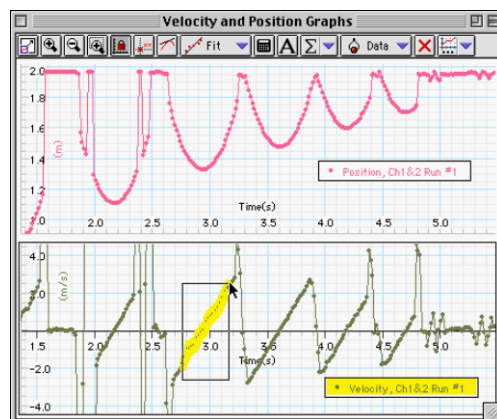
1. Ajuste la posición del Sensor de Movimiento en la barra del soporte de tal forma que este a 1.00 m del suelo.
2. Prepare para dejar caer la pelota de tal forma que caiga exactamente abajo del Sensor de Movimiento. Sujete la pelota entre el dedo anular y pulgar a alrededor de 15 cm abajo del sensor. Presione "Start" y suelte la pelota. Deje que la pelota rebote al menos veces y asegúrese de quitar la mano una vez que suelte la pelota.
3. Después que la pelota rebote varias veces, presione "Stop" y detenga la recolección de datos.
4. Si en los datos capturados no se registran al menos tres rebotes, deseche los resultados y repita.



- La gráfica de posición muestra un reflejo de la pelota rebotando en una superficie plana. La gráfica de la velocidad tiene un patrón de diente de sierra. Note que la gráfica de la velocidad de la pelota es positiva parte del tiempo y negativa el resto. El sensor de movimiento graba como positivo al alejarse de este y negativo cuando se acerca.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. En la gráfica de velocidad como función del tiempo seleccione la sección que es relativamente derecha arrastrando el cursor para encuadrarla.
2. Utilice las herramientas de análisis de la gráfica para determinar la pendiente de la región seleccionada. Seleccione del menú "Fit" el ajuste lineal "Linear".
3. Guarde el valor de la pendiente en la tabla de datos. Este valor es el valor de la aceleración debido a la gravedad. La pendiente aparece en la ventana del ajuste "Fit".
4. Repita el experimento 5 veces.



NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Preguntas

1. ¿Cómo se compara el valor de la pendiente con el valor aceptado de la aceleración de la gravedad?
2. ¿Qué factores considera que afectarían al valor experimental de tal forma que difieran del teórico?
3. ¿Por qué varía el valor de la aceleración?
4. Encuentre la diferencia porcentual entre el valor conocido de la aceleración y el encontrado para cada uno de los experimentos

$$\%dif = \left| \frac{\text{Aceleración analítica} - \text{aceleración experimental}}{\text{Aceleración analítica}} \right| \times 100\%$$

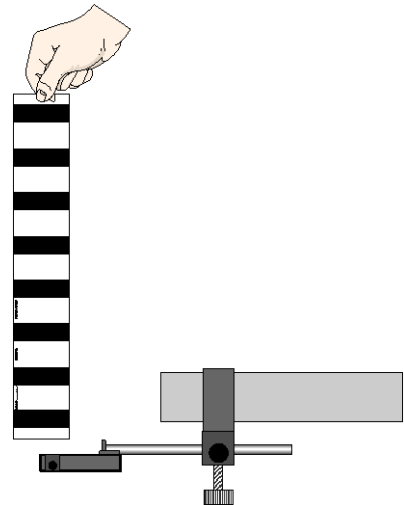
## Experimento 2: Cerca en caída libre

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte una fotocpuerta al canal digital 1 de la interfaz.
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **12 Free Fall Fence.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop" y busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene gráficas de posición como función del tiempo y velocidad como función del tiempo.
5. El programa supone que las bandas opacas se encuentran separadas 5 centímetros. Para cambiar este valor presione dos veces en el icono de la fotocpuerta y cerca que se encuentra en la ventana del experimento. Cambie el valor por el valor correcto del espaciamiento entre las bandas. Presione OK para regresar a la ventana del experimento.
6. Instale el equipo tal como se muestra y coloque la fotocpuerta en barra para polea. Mueva la cabeza de la fotocpuerta hacia un lado, de tal forma que pueda que pueda dejar caer la foto compuerta verticalmente.



#### Prueba inicial de la recolección de datos

1. Se recomienda, que se coloque ropa, tela, pedazo de alfombra, o cartón directamente debajo de la fotocpuerta, de tal forma que la cerca no golpee al suelo directamente.
2. Cuando todo se encuentre preparado comience a recolectar datos y deje caer la cerca verticalmente a través de la fotocpuerta. Detenga la captura de datos una vez que la compuerta halla pasado en su totalidad.
3. Escale los datos de tal forma que se desplieguen totalmente en la gráfica.
4. Borre esta prueba.

### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja la cerca y una segunda persona opera la computadora

1. Sostenga la cerca de una orilla entre el dedo pulgar e índice de tal forma que la orilla de la cerca este justo arriba de la compuerta.
2. Presione "Start" y deje caer la cerca a través de la fotocpuerta.
3. Detenga la recolección de datos presionando "Stop" cuando la compuerta halla pasado completamente.
4. Repita el experimento 5 veces.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

- 1 Si necesario escale la gráfica de tal forma que contenga todos los datos.
- 2 Examine la gráfica de la velocidad como función del tiempo. Determine la pendiente del mejor ajuste ("Best Fit") para la línea de la velocidad contra tiempo. En *DataStudio* seleccione "Linear" del menú "Fit".
- 3 Guarde el valor de la pendiente de la curva velocidad como función del tiempo.
- 4 Encuentre la diferencia porcentual entre el valor conocido de la aceleración y el encontrado para cada uno de los experimentos

$$\%dif = \left| \frac{\text{Aceleración analítica} - \text{aceleración experimental}}{\text{Aceleración analítica}} \right| \times 100\%$$

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Por qué varía el valor de la aceleración?
2. ¿Cómo se compara el valor de la pendiente con el valor aceptado de la aceleración de la gravedad?
3. ¿Qué factores considera que afectarían al valor experimental de tal forma que difieran del teórico?

## Movimiento de proyectiles I

### I. OBJETIVO

El propósito de esta actividad es analizar el movimiento parabólico de un proyectil y comparar el tiempo de vuelo para diferentes velocidades iniciales. La práctica presenta dos experimentos que están diseñados para reforzar los temas 1.3.1 – 1.3.4 de la carta descriptiva

### II. INTRODUCCIÓN

El movimiento parabólico de proyectiles es un movimiento bidimensional. La componente horizontal del movimiento ocurre bajo la presencia de la aceleración de la gravedad, y por lo tanto es un movimiento rectilíneo acelerado (MRA – aceleración constante) que está descrito por las ecuaciones cinemáticas:

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2, \quad (8)$$

$$v_y = v_{0y} - gt, \quad (9)$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2(y - y_0)t, \quad (10)$$

$$y = \frac{1}{2}(v_y + v_{0y})t. \quad (11)$$

La componente horizontal del movimiento es movimiento rectilíneo uniforme (MRU – velocidad constante), ya que el movimiento no ocurre bajo la presencia de ninguna aceleración, por lo tanto, la descripción cinemática está dada por:

$$x = v_{0x}t, \quad (12)$$

en donde,  $v_{0y}$  es la velocidad inicial vertical y  $v_{0x}$  es la velocidad inicial horizontal. Ambos movimientos perpendiculares ocurren simultáneamente y las ecuaciones (8) – (12) nos muestran que el parámetro común es el  $t$ .

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrará dos descripciones completas en lo que se refiera a procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
2	Fotocompuertas	ME-9498
1	Accesorio de tiempo de vuelo	ME-6810
1	Soporte de fotocompuerta	ME-6821
1	Lanzador de proyectiles	ME-6800
1	Cinta métrica	SE-8712
1	Abrazadera en C grande o Abrazadera Universal Para Mesa	SE-7285 o ME-9376B

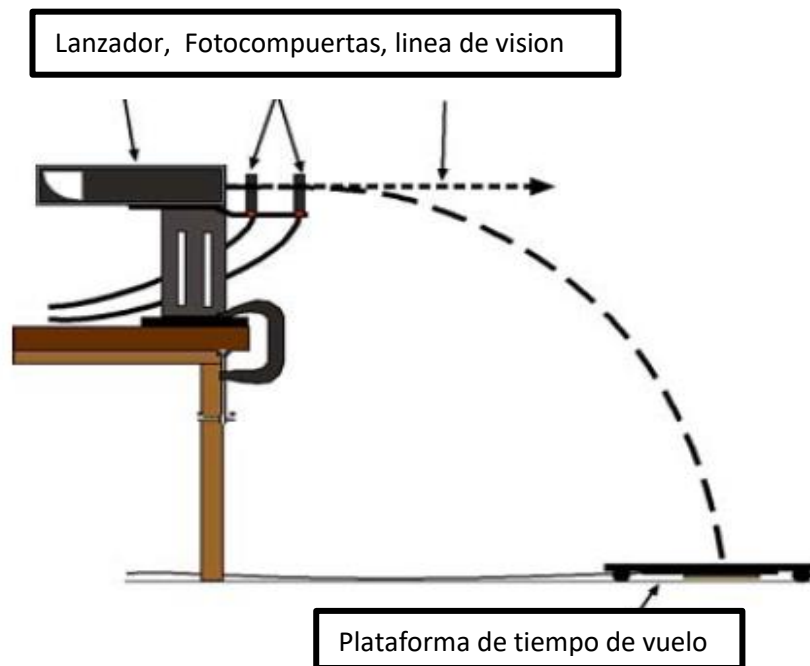
#### IV. MONTAJE GENERAL DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte las fotocpuertas a los canales digitales 1 y 2 de la interfaz respectivamente.
3. Conecte el accesorio de tiempo de vuelo al canal digital 3 de la interfaz.
4. Inicie DataStudio, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

5. Sujete la base del lanzador a la orilla de una mesa de la manera que considere más adecuada
6. Atornille el cañón a la base, asegure que la inclinación del cañón sea de cero grados.
7. Busque la marca en el extremo del cañón y a partir de ahí mida la distancia al suelo, anote dicha altura.
8. Apunte el lanzador a un área descubierta al menos a tres metros de distancia.
9. Ajuste el ángulo del lanzador a cero grados, de tal forma que balón sea lanzado horizontalmente.
10. Coloque el soporte de la fotocpuerta en la base en "T" en la parte inferior del lanzador y monte la compuerta en la posición más cercana al final del lanzador. Monte la otra fotocpuerta en el soporte en la otra posición.

NOTA: Asegúrese que las fotocpuertas están montadas enfrente del lanzador y se encuentran separadas 10 centímetros. Si la distancia de separación es diferente, ajuste el valor en a la ventana "Calculator", poniendo la nueva distancia en "Distance" (distancia) y presione "Accept".





## Experimento 1: Tiempo de vuelo horizontal

### V. MONTAJE PARTICULAR DEL EXPERIMENTO

1. Abra el archivo **13A Projectile Motion.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña “File” – “Open Activity” abra la carpeta de “Desktop”, busque la carpeta titulada “CA-6787 Physics Experiments” y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una tabla que despliega la velocidad inicial promedio y el tiempo de vuelo.

### VI. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Coloque la pelota en el lanzador y amartille a la posición de corto alcance.
2. Haga una prueba de disparo para determinar en donde debe colocar sobre el suelo la plataforma de cronometraje.
3. Recargue el lanzador y amartille nuevamente a la posición de corto alcance.
4. Presione “Start” para iniciar la recolección de datos.
5. Dispare la pelota. Presione “Stop” después que la pelota haya golpeado la plataforma y guarde la velocidad inicial y el tiempo de vuelo.
6. Mida y guarde la distancia horizontal del disparo.
7. Repita el procedimiento para mediano alcance y largo alcance

### VII. DATOS EXPERIMENTALES

Llene la siguiente tabla con los resultados obtenidos en los disparos

Rango	Rapidez Inicial (m/s)	Tiempo de Vuelo (s)	Alcance Máximo (m)	Altura Inicial (m)
Corto				
Mediano				
Largo				

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN “FILE” Y “EXPORT”. CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Cómo se comparan los valores del tiempo de vuelo para los diferentes rangos?
2. ¿Cuáles son las variables independientes que se encontraron en este análisis (que cambio de un experimento a otro)?
3. De estas variables ¿Cuáles se midieron?
4. ¿Cómo puede predecir cuánto tiempo estará la pelota en el aire? ¿cambia esto si se cambia la velocidad inicial? ¿Por cuánto?

5. Con los datos obtenidos para cada uno de los rangos, encuentra analíticamente la altura, la distancia horizontal y compare dichos resultados con los encontrados en sus mediciones. Explique las diferencias entre estos valores.

Rango	altura (m)		Alcance (m)	
	experimental	analítico	experimental	analítico
Corto				
Mediano				
Largo				

## Experimento 2: Tiempo de vuelo como función del ángulo

### V. MONTAJE PARTICULAR DEL EXPERIMENTO

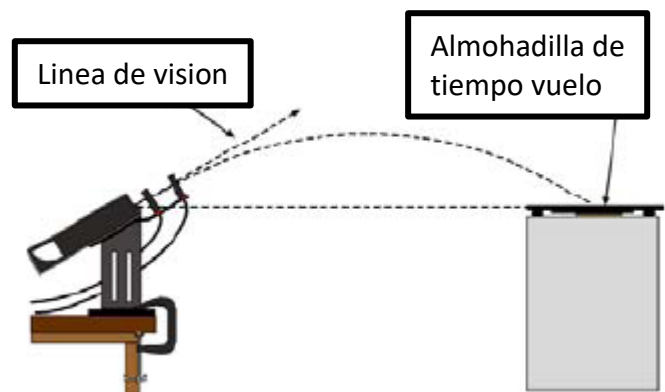
- Abra el archivo de **13B Projectile Motion.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña “File” – “Open Activity” abra la carpeta de “Desktop”, busque la carpeta titulada “CA-6787 Physics Experiments” y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una tabla que despliega la velocidad inicial y el tiempo de vuelo.
- Ajuste el ángulo del lanzador a 30 grados arriba e la horizontal.
- Coloque el accesorio de tiempo de vuelo a la misma altura que la posición inicial de lanzamiento.

### VI. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Coloque la pelota en el lanzador y amartille a la posición de corto alcance.
- Haga una prueba de disparo para determinar a qué distancia del lanzador debe colocar el accesorio de tiempo de vuelo.
- Recargue el lanzador y amartille nuevamente a la posición de corto alcance.
- Presione “Start” para iniciar la recolección de datos.
- Dispare la pelota. Presione “Stop” después que la pelota haya golpeado la plataforma y guarde la velocidad inicial y el tiempo de vuelo. Utilizará este valor para predecir el alcance horizontal.
- Repita el procedimiento experimental con las posiciones de corto, medio y largo alcance.

#### Predicción y prueba del alcance

- Deje el ángulo a 30 grados arriba de la horizontal.
- Basado en la velocidad inicial vertical encuentre el tiempo “ $t$ ” que le toma al proyectil en alcanzar su altura máxima. Multiplique el tiempo por 2 para encontrar el tiempo total de vuelo.
- Calcule el rango basado en la velocidad horizontal inicial y el tiempo total de vuelo.



## VII. DATOS EXPERIMENTALES

Llene la siguiente tabla con los resultados obtenidos en los disparos

Arreglo	Rapidez Inicial (m/s)	Tiempo de Vuelo (s)
Corto alcance, horizontal		
Corto alcance, 30 grados		
Mediano alcance, 30 grados		
Largo alcance, 30 grados		

Calcule analíticamente los siguientes datos y haga una comparación con los datos experimentales

Velocidad inicial, corto alcance		Tiempo (Altura máxima)	
Velocidad inicial horizontal		2 x Tiempo	
Velocidad inicial vertical		Alcance predicho	
Velocidad inicial, mediano alcance		Tiempo (Altura máxima)	
Velocidad inicial horizontal		2 x Tiempo	
Velocidad inicial vertical		Alcance predicho	
Velocidad inicial largo alcance		Tiempo (Altura máxima)	
Velocidad inicial horizontal		2 x Tiempo	
Velocidad inicial vertical		Alcance predicho	

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Cómo se comparan los valores de tiempo de vuelo horizontal con aquellos de corto alcance a 30 grados?
2. ¿Cómo se comparan los valores de tiempo de vuelo horizontal con aquellos de largo alcance a 30 grados?
3. ¿El tiempo de vuelo depende del ángulo?
4. Cuando probó el alcance, ¿Qué tan aproximada fue su predicción?
5. ¿Cómo puede predecir que tanto tiempo estuvo la pelota en el aire? ¿cambia el tiempo de vuelo si cambia el ángulo?, si la respuesta es sí, diga cómo.

# Práctica 10

DIN – 10

Duración: 2:00 h

## Movimiento de proyectiles II

### I. OBJETIVO

El objetivo de la práctica es predecir y verificar el alcance de un proyectil y determinar la relación funcional con el ángulo de disparo.

La práctica presenta dos experimentos que están diseñados para reforzar los temas 1.3.1 – 1.3.4 de la carta descriptiva

### II. INTRODUCCIÓN

Un proyectil lanzado a un ángulo  $\theta$  por arriba de la horizontal tendrá una componente horizontal y vertical.

$$v_{ox} = v_0 \cos\theta \quad (13)$$

$$v_{oy} = v_0 \sin\theta \quad (14)$$

La distancia horizontal del proyectil depende de su velocidad inicial. El tiempo de vuelo del proyectil lanzado a un ángulo  $\theta$  se determina por la componente vertical de la velocidad inicial  $v_{oy}$  y por la aceleración de la gravedad. El tiempo de vuelo del proyectil está dado por:

$$t = \frac{2v_0 \sin\theta}{g} \quad (15)$$

(Nota: Esta fórmula asume que el objeto regresa a la misma posición vertical que cuando fue lanzada.)

El "alcance",  $R$ , es la velocidad horizontal multiplicada por el tiempo de vuelo

$$R = v_{ox}t = v_0 \cos\theta \left( \frac{2v_0 \sin\theta}{g} \right) = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta) \quad (16)$$

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrara dos descripciones completas en lo que se refiera a montaje del experimento, procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
2	Fotocompuertas	ME-9498
1	Soporte de fotocompuerta	ME-6821
1	Lanzador de proyectiles	ME-6800
1	Cinta métrica	SE-8712
1	Abrazadera en C grande	SE-7285

#### IV. MONTAJE PARA MEDIR LA VELOCIDAD INICIAL

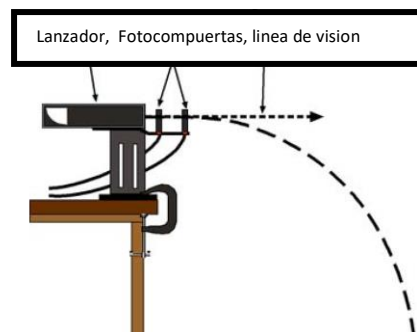
1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte las fotocpuertas a los canales digitales 1 y 2 de la interfaz respectivamente.
3. Conecte el accesorio de tiempo de vuelo al canal digital 3 de la interfaz.
4. Inicie DataStudio, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

5. Abra el archivo **10a velocidad inicial.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una tabla que despliega la velocidad inicial promedio.
6. Sujete la base del lanzador a la orilla de una mesa y apunte el lanzador a un área descubierta de la mesa al menos tres metros de distancia.
7. Ajuste el ángulo del lanzador a cero grados, de tal forma que la bola de plástico sea lanzada horizontalmente.

8. Coloque el soporte de la fotocpuerta en la base en "T" en la parte inferior del lanzador y monte una de las fotocpuertas en la posición más cercana al final del lanzador. Monte la otra fotocpuerta en el soporte en la otra posición.

NOTA: Asegúrese que las fotocpuertas están montadas enfrente del lanzador y se encuentran separadas 10 centímetros. Si la distancia de separación es diferente, ajuste el valor en la ventana "Calculator", poniendo la nueva distancia en "Variable" y luego presione "Accept".



#### V. MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD INICIAL

##### Velocidad inicial

1. Coloque la pelota en el lanzador y amartille a la posición de corto alcance.
2. Haga una prueba de disparo para determinar en donde caerá la pelota.
3. Recargue el lanzador y amartille nuevamente a la posición de corto alcance.
4. Presione "Start" para iniciar la recolección de datos.
5. Dispare la pelota. La velocidad inicial quedará registrada en la tabla que aparece.

NOTA: No presione "Stop" hasta tener 5 registros de velocidad.
6. Repita los pasos 1 al 4 para la posición de mediano y largo alcance del lanzador. Aparecerá una nueva columna en la tabla, donde se guardarán las velocidades iniciales para cada alcance.
7. Encuentre el promedio de la velocidad inicial para cada situación.

	Velocidad Inicial		
	Corto Alcance	Mediano Alcance	Largo Alcance
1			
2			
3			
4			
5			
Promedio			

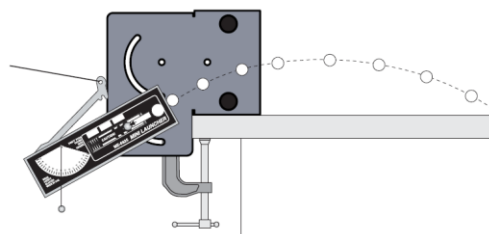
## Experimento 1: Alcance como función de la velocidad inicial

### VI. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Quite el soporte y las fotocpuertas del lanzador.
2. Sujete el lanzador de forma que el punto de salida de la pelota este al nivel de la mesa, tal como se muestra en la figura. Ajuste el ángulo a un valor entre 20 y 60 grados y guarde este valor.

### VII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Coloque la pelota en el lanzador y amartille a la posición de corto alcance.
2. Haga una prueba de disparo para determinar en donde debe colocar la plataforma de cronometraje.
3. Recargue el lanzador y amartille nuevamente a la posición de corto alcance.
4. Presione "Start" para iniciar la recolección de datos.
5. Dispare la pelota. Presione "Stop" después que la pelota haya golpeado la plataforma y guarde el tiempo de vuelo.
6. Mida y guarde la distancia horizontal del disparo.
7. Repita 5 veces, y encuentre el promedio del tiempo de vuelo y del alcance.
8. Repita el procedimiento para mediano alcance y largo alcance.



### VIII. DATOS EXPERIMENTALES

En la siguiente tabla anote el alcance experimental ( $R_e$ ) y teórico ( $R_t$ ).

	Corto Alcance		Mediano Alcance		Largo Alcance	
	$R_e$	$R_t$	$R_e$	$R_t$	$R_e$	$R_t$
1						
2						
3						
4						
5						
Promedio						



## Preguntas

1. ¿Cuál es la diferencia porcentual ( $\Delta\%$ ) entre el valor teórico y el valor experimental del mismo?

$$(\Delta\%) = \left| \frac{\text{medido} - \text{teórico}}{\text{teórico}} \right| \times 100\%$$

	<b>Corto Alcance</b>	<b>Mediano Alcance</b>	<b>Largo Alcance</b>
	$(\Delta\%)R$	$(\Delta\%)R$	$(\Delta\%)R$
1			
2			
3			
4			
5			
Promedio			

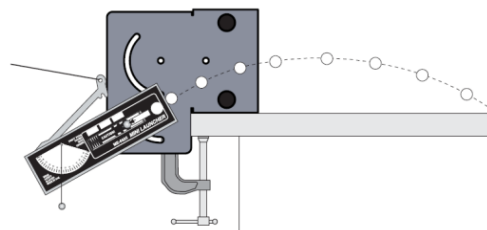
2. ¿Cómo se comparan los valores experimentales con los teóricos?
3. Cuando probó el alcance, ¿Qué tan aproximada fue su predicción?

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Experimento 2: Alcance como función del ángulo

### VI. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Quite el soporte y las fotocpuertas del lanzador
2. Sujete el lanzador de forma que el punto de salida de la pelota este al nivel de la mesa, tal como se muestra en la figura.
3. Abra el archivo de *DataStudio*: **10 Tiro parabólico II.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña “File” – “Open Activity” abra la carpeta de “Desktop”, busque la carpeta titulada “CA-6787 Physics Experiments” y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una tabla que despliega el ángulo (columna X) y alcance (columna Y), también incluye una gráfica de alcance (eje Y) como función del ángulo (eje X).
4. Ajuste el ángulo de disparo a 5 grados.



### VII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Coloque la pelota en el lanzador y amartille a la posición de largo alcance.
2. Haga una prueba de disparo para determinar en donde caerá la pelota.
3. Recargue el lanzador y amartille nuevamente a la posición de largo alcance.
4. Presione “Start” para iniciar la recolección de datos.
5. Dispare la pelota. Presione “Stop” después que la pelota haya golpeado la plataforma y mida el alcance del proyectil. Anote el alcance en la tabla de la práctica.
6. Escale la gráfica de tal forma que toda la información sea visible en la pantalla.
7. Para hacer un ajuste lineal, presione “Fit” en la barra de la gráfica y seleccione “Sine Fit” (ajuste senoidal). Aparecerá un recuadro en donde aparecen A (amplitud), B (Periodo), C (Fase) y D (Ajuste en Y).

Ángulo	Alcance	Ángulo	Alcance	Ángulo	Alcance
0	0	35		70	
5		40		75	
10		45		80	
15		50		85	
20		55		90	0
25		60			
30		65			

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN “FILE” Y “EXPORT”. CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Preguntas

3. ¿Para qué valor de ángulo el alcance es máximo?
4. ¿Qué sucede en ángulos complementarios (la suma de ellos es igual a 90 grados)?
5. ¿Por qué se fijó la primera y última fila en 0, 0?
6. ¿Físicamente que significan las variables de ajuste A, B, C Y D?

# Práctica 11

DIN – 11

Duración: 30 min

## Primera ley de Newton

### I. OBJETIVO

El propósito de esta actividad es que el usuario investigue experimentalmente el significado de inercia y por consecuente realice un análisis de la primera ley de Newton del movimiento. Estos experimentos tienen como objetivo apoyar a los contenidos del tema 2.1 -2.5 de la carta descriptiva de la materia.

### II. INTRODUCCIÓN

Galileo propuso que un objeto en movimiento continuaría en este estado si el piso fuera liso e inclinado y continuara al infinito. Inercia fue el nombre que Galileo le dio a esta tendencia del objeto a continuar en movimiento.

Isaac Newton utilizó el trabajo y resultados de Galileo como base de su investigación que concluyó en sus ahora famosas tres leyes. Sin embargo la idea expuesta por Galileo respecto a un cuerpo que continua en movimiento puede parecer extraña, por lo que es natural preguntarse, ¿Cuáles son las condiciones que deben existir para que un objeto se mantenga en movimiento? Newton afirmó que un objeto en reposo se mantendrá en reposo y un objeto en movimiento rectilíneo uniforme se mantendrá en movimiento si no existe una fuerza neta que actúe sobre él. En otras palabras, si la fuerza neta de objeto es cero, su aceleración (cambio del estado de movimiento) será también cero.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
1	Sensor de aceleración	CI-6558
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Pista dinámica	ME-9435
1	Carro dinámico	ME-9430
1	Accesorio de abanico	ME-9491
1	Bloque de fricción (ME-9807)	Parte de ME-9435 A
2	Baterías AA	

#### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio. Si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **14 Newton's 1st Law.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una tabla que despliega la velocidad. El almacenaje se realiza automáticamente en 3.00 segundos.
5. Coloque la pista en una superficie horizontal. Nivele la pista colocando las patas de la misma.
6. Coloque el sensor de movimiento en un extremo de la pista y mueva el interruptor de rango a "Cart" (cerca).

#### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Examine las gráficas que obtendrá en cada uno de los siguientes procedimientos experimentales y conteste las preguntas que encontrará después.

NOTA: Cada vez que presione el botón "Start" la captura de datos se detendrá automáticamente a los 3.00 segundos.

##### Parte 1: No se aplica fuerza

1. Coloque el carro a 15 cm del sensor de movimiento y presione "Start". No toque el carro.



##### Parte 2: Bloque de fricción

1. Coloque en la bandeja del carro el bloque de fricción con la felpa hacia arriba. Voltee el carro y colóquelo a 15 cm de sensor.
2. Presione "Start" y espere un segundo antes de dar un leve empujón en dirección contraria al sensor.



### Parte 3: Carro con poca fricción.

1. Voltee el carro y remueva el bloque de fricción. Coloque el carro a 15 cm del sensor.
2. Presione "Start" y espere un segundo antes de dar un leve empujón en dirección contraria al sensor.



### Parte 4: Abanico

1. Ponga el abanico sobre el carro y colóquelo a 15 cm del sensor.
2. Encienda el abanico, pero detenga el carro. Asegúrese que el abanico aleje al carro del sensor.
3. Presione "Start" y espere un segundo antes de dar un leve empujón en dirección contraria al sensor.



NOTA: No permita que el abanico choque el final de la pista, podría ser dañado.

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Qué le pasará a un objeto si no se le aplica una fuerza?
2. ¿Qué le sucederá a un objeto si es empujado, pero existe una fuerza de fricción grande entre el objeto y la superficie?
3. Si existe poca fuerza de fricción, ¿Cómo se alterará el movimiento del cuerpo si se le da un empujón?
4. ¿Cuál será el resultado de aplicarle una fuerza constante a un cuerpo?
5. ¿Qué muestran las gráficas para la primera parte?
6. ¿Qué muestran las gráficas de velocidad para la segunda parte?
7. ¿En la tercera parte porque el carro se continua moviendo?
8. ¿Qué serie de datos representa movimiento constantemente acelerado?
9. ¿Por qué el carro con el bloque de fricción se detiene tan rápido?
10. ¿Qué le sucede a un objeto inmóvil si no se le aplica alguna fuerza?
11. ¿Qué le sucede a un objeto en movimiento si no se le aplica alguna fuerza?

## Segunda Ley de Newton I

### I. OBJETIVO

El objetivo de esta práctica es presentar al usuario con un análisis experimental de una de las ecuaciones más importantes de física, la segunda Ley de Newton.

En particular se analizará el efecto sobre la aceleración de un objeto al cambiar la fuerza neta aplicada mientras la masa del sistema permanezca constante y el efecto sobre la aceleración de un objeto cuando la fuerza neta se mantiene constante y la masa del sistema aumenta.

Los temas estudiados en esta práctica son aquellos que se presentan en el tema 2.1 de la carta descriptiva.

### II. INTRODUCCIÓN

Mientras que la primera ley de Newton anuncia que si ninguna fuerza actúa sobre un cuerpo la velocidad del objeto no se alterará, es la segunda ley de Newton la que describe que la velocidad cambia al aplicar una fuerza neta. La descripción matemática está dada por,

$$\vec{F}_{ext} = m\vec{a} \quad (17)$$

Es usual que muchas fuerzas actúen simultáneamente sobre un objeto, en estos casos, la fuerza neta, o la suma vectorial de todas las fuerzas aplicadas es lo realmente importante.

La segunda Ley de Newton afirma que la aceleración es proporcional a la fuerza neta del objeto. Afirma también que la aceleración es inversamente proporcional a la masa, es decir, si la masa se duplica la aceleración se reducirá a la mitad, siempre y cuando la fuerza sea constante.

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrará dos descripciones completas en lo que se refiere a montaje del experimento, procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

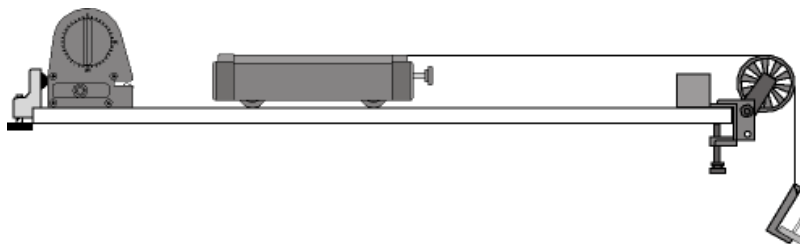
Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
1	Sensor de movimiento	CI-6558
1	Pista dinámica	ME-9435 A
1	Carro dinámico	ME-9430
1	Juego de masas (caja azul)	ME-8979
1	Báscula	SE-8723
1	Polea con abrazadera	ME-9448
1	Cuerda	SE-8050

### IV. MONTAJE GENERAL DE LA PRÁCTICA

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "cerca" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de un carro).
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Agregue a la pista los dos pies que se incluyen y nivele la pista utilizando los tornillos en la parte inferior de los mismos. Es muy importante que la pista se encuentre completamente horizontal.
5. Asegure el sensor de movimiento en un extremo de la pista y verifique que se encuentre en 0 grados de inclinación (la inclinación se observa en un costado del sensor).
6. En el otro extremo de la pista inserte uno de los dos topes y asegure la polea en el otro lado.
7. Pese el carro.
8. Amarre un pedazo de cuerda de 1.2 m de largo a un extremo del carro. Pase la cuerda por el agujero del tope y asegúrese que la cuerda no toque las paredes tope, esto lo puede lograr modificando la inclinación





de la polea. En el otro extremo de la cuerda amarre uno de los ganchos que se incluyen en el juego de masas y ponga la cuerda sobre el riel de la polea.

9. Añada una masa de 20 gr al gancho de masas y pese el gancho y la masa juntos (la masa del gancho está indicada a un costado del mismo).
10. Ajuste la polea de tal forma que la cuerda sea paralela a la pista.

## Experimento 1: Masa constante – fuerza variable

### V. MONTAJE PARTICULAR DEL EXPERIMENTO

11. Abra el archivo **15a Newton's 2nd Law 1.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop" y busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una tabla que despliega la velocidad en función del tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo).
12. Ponga dos masas de 20 gr sobre el carro.
13. Pese el carro más las dos masas de 20 gramos.
14. Detenga el carro enfrente del sensor de movimiento pero no más cerca que 15 cm del sensor.

### VI. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Para la primer repetición ("Run #1") utilice el arreglo descrito arriba (1 masa de 20 gr en el gancho y 2 masas de 20 gr en el carro). Presione "Start" y libere el carro.
2. Detenga el carro que antes que choque con la polea y presione "Stop".
3. Repita el procedimiento cambiando una masa de 20 gr del carro al gancho, es decir, 40 gr en el gancho y 20 gr en el carro ("Run #2").
4. Repita el procedimiento cambiando una masa de 20 gr del carro al gancho, es decir, 60 gr en el gancho y 0 gr en el carro ("Run #3").

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERAS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## VII. DATOS EXPERIMENTALES

Encuentre los valores experimentales de la aceleración

1. Presione el botón “Data” y elija la primera repetición (“Run #1”).
2. Escoja “Scale to Fit” para escalar la gráfica si fuera necesario. Presione y arrastre el cursor para seleccionar la parte suave de la curva.
3. Presione el menú “Fit” y escoja “Linear Fit”.
4. Guarde el valor para la pendiente, “m”, y guárdelo como el valor de la aceleración de la repetición 1 (“Run #1”).
5. Repita el proceso para la repetición 2 (“Run #2”) y para la repetición 3 (“Run #3”).

### Cálculos

Calcule la aceleración teórica cuando la masa es constante y la fuerza neta cambia. Guarde los cálculos.

- La aceleración es la razón de la fuerza neta dividida en la masa total.

$$a = \frac{gm_{gancho}}{m_{carro} + m_{gancho}}$$

- Para las repeticiones 1, 2, 3 la masa total de sistema es constante y la fuerza incrementa.
- Suponiendo que no hay fricción, la fuerza neta es la fuerza del gancho.

Encuentre el porcentaje de variación entre la aceleración experimental y la teórica. Guarde los resultados.

## Experimento 2: Fuerza constante – masa variable

### V. MONTAJE PARTICULAR DEL EXPERIMENTO

11. Abra el archivo de *DataStudio*: **15B Newton's 2nd Law 2.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.

- El archivo de *DataStudio* contiene una tabla que despliega la velocidad en función del tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo).

### VI. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Para la primera repetición ("Run #1") utilice 1 masa de 20 gr en el gancho.
2. Presione "Start" y libere el carro.
3. Detenga el carro que antes que choque con la polea y presione "Stop".
4. Repita el procedimiento añadiendo una masa de 250 gr al carro ("Run #2").
5. Repita el procedimiento añadiendo una segunda masa de 250 gr al carro ("Run #3").

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### VII. DATOS EXPERIMENTALES

Encuentra los valores experimentales de la aceleración

1. Presione el botón "Data" escoja la primera repetición ("Run #1").
2. Escoja "Scale to Fit" para escalar la gráfica si fuera necesario. Presione y arrastre el cursor para seleccionar la parte suave de la curva.
3. Presione el menú "Fit" y escoja "Linear Fit".
4. Guarde el valor para la pendiente, "m", y guárdelo como el valor de la aceleración de la repetición 1 ("Run #1").
5. Repita el proceso para la repetición 2 ("Run #2") y para la repetición 3 ("Run #3").

## Cálculos

Calcule la aceleración teórica cuando la masa es constante y la fuerza neta cambia. Guarde los cálculos.

- La aceleración es la razón de la fuerza neta dividida en la masa total.

$$a = \frac{gm_{gancho}}{m_{carro} + m_{gancho}}$$

- Para las repeticiones 1, 2, 3 la masa total de sistema es constante y la fuerza incrementa.
- Suponiendo que no hay fricción, la fuerza neta es la fuerza del gancho.

Encuentra el porcentaje de variación entre la aceleración experimental y la teórica y guarde los resultados.

### Tabla de datos 1

Repetición	Descripción	Masa (kg)
1	Masa total del gancho y una masa de 20 gr ( $m_g$ ):	
2	Masa total del carro ( $m_c$ ):	
3	Masa total del carro más una masa adicional:	
4	Masa total del carro más dos masas adicional:	

Fuerza neta (masa del gancho x 9.8 N/kg): \_\_\_\_\_

### Tabla de datos 2

Repetición	Masa del Carro (kg)	Masa total (kg)	$F_{neta}$ (N)	Aceleración Teórica ( $m/s^2$ )	Aceleración Experimental ( $m/s^2$ )	% de diferencia
1						
2						
3						
4						

## Preguntas

1. Realice los diagramas de cuerpo libre necesarios para obtener los datos para ambos experimentos.
2. ¿Qué le pasa a un objeto cuando se le aplica una fuerza neta al objeto?
3. ¿Qué le sucederá al movimiento de un objeto si se mantiene la masa constante y se cambia la magnitud de la fuerza neta aplicada?
4. ¿Qué le sucederá al movimiento de un objeto si se mantiene la fuerza aplicada constante y se cambia la masa del sistema?
5. Para la repetición 1, 2 y 3 del experimento 1 ¿Qué observó sobre la pendiente del ajuste lineal a medida que la fuerza neta permanecía constante pero la masa incrementa?
6. ¿Qué le sucede a la aceleración del objeto si la fuerza aplicada se mantiene constante pero aumenta la masa del mismo?
7. ¿Por qué cambió la pendiente de cada experimento?
8. ¿Observó una relación entre la pendiente del ajuste lineal y la fuerza neta que se le aplicó en las repeticiones 1, 2 y 3?
9. ¿En qué unidades se puede expresar la pendiente para gráfica? Explique.
10. ¿Qué le pasa a la aceleración de un objeto si la fuerza neta aplicada se aumenta pero la masa del objeto permanece constante?

## Segunda Ley de Newton II

### I. OBJETIVO

El propósito de esta exploración es verificar experimentalmente la segunda ley de Newton. En particular se realizaran dos experimentos. Estos experimentos tienen como objetivo apoyar a los contenidos del tema 2.1 de la carta descriptiva de la materia.

### II. INTRODUCCIÓN

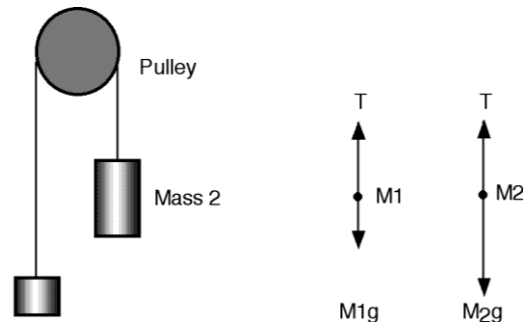
Isaac Newton describió la relación entre fuerza neta aplicada, la masa de un cuerpo y aceleración de la siguiente forma:

“La aceleración de un objeto es directamente proporcional y en la misma dirección que la fuerza neta aplicada al objeto, pero inversamente proporcional a la masa del objeto”

$$a = \frac{F_{neta}}{m}$$

En esta práctica se realizarán dos experimentos: en el primero de ellos se verificará directamente la segunda ley de Newton al jalar y empujar un carro midiendo la aceleración y la fuerza por medio de sensores.

En la segunda actividad se busca experimentar con la máquina de Atwood y estudiar como la diferencia de pesos determina la fuerza neta que actúa sobre el sistema (de ambas masas).



Basado en el diagrama de cuerpo libre presentado,  $T$  es la tensión de la cuerda,  $M_2 > M_1$  y  $g$  es la aceleración de la gravedad. Considerando hacia arriba positivo y hacia abajo negativo, las ecuaciones de movimiento para  $M_2$  y  $M_1$  son:

$$T_1 - M_1g = F_{net} = M_1a \tag{18}$$

$$T_2 - M_2g = F_{net} = M_2(-a) \tag{19}$$

Si suponemos que la polea gira sin fricción y tanto ella como la cuerda no tienen masa, y esta última no se estira, entonces  $T_2 = T_1$ . Resolviendo para  $a$  se tiene,

$$a = g \left( \frac{M_2 - M_1}{M_2 + M_1} \right) \quad (20)$$

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrará dos descripciones completas en lo que se refiere a montaje del experimento, procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Pista dinámica	ME-9435
1	Carro dinámico	ME-9430
1	Sensor de fuerza	CI-6746
1	Bascula	SE-8723
1	Sistema de fotocompuertas y polea	ME-6838
1	Juego de masas y ganchos (caja azul)	ME-8979
1	Abrazadera universal para mesa	ME-9376 B
1m	Cuerda	SE-8050



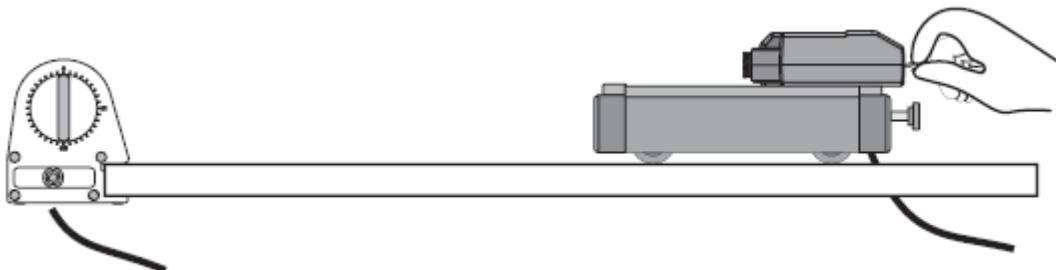
## Experimento 1: Jalar - empujar

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 t el sensor de fuerza a las entradas digitales 3 y 4 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "cerca" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de un carro)
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **16 Push-Pull a Cart.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo de *DataStudio* contiene una gráfica de fuerza como función de aceleración. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") para el sensor de movimiento está en 20 Hz (20 muestras por segundo) mientras que para el sensor de fuerza se encuentra en 100Hz. La calibración del sensor de fuerza ha sido cambiada para que sea negativo si se empuja a la izquierda y positivo si se jala a la derecha.
5. Agregue a la pista los dos pies que se incluyen y nivele la pista utilizando los tornillos en la parte inferior de los mismos. Es muy importante que la pista se encuentre completamente horizontal.
6. Monte el sensor de fuerza sobre el carro.
7. Mida y guarde la masa del carro junto con el sensor de fuerza.
8. Coloque el sensor de movimiento en el lado izquierdo de la pista. Ponga el carro sobre la pista con el gancho del sensor de fuerza apuntando del lado contrario que el sensor de movimiento. El carro no debe acercarse a más de 15 cm al sensor de movimiento. Marque esta distancia en la pista.



### Experimento de Prueba

1. Antes de comenzar el proceso de captura de datos para un análisis posterior, es importante realizar un experimento de “prueba” para asegurar que el sensor de movimiento se encuentra alineado.
2. Coloque el carro en un extremo de la pista. Para calibrar el sensor de fuerza presione el botón “tare” que se encuentra en un costado de este.
3. Sujete firmemente el gancho del sensor de fuerza y jale y empuje lo de tal forma que el carro se mueva hacia adelante y hacia atrás. Asegúrese que el carro no se acerque demasiado al sensor de movimiento.
4. Inicie el proceso de almacenaje de datos.
5. Después de 10 segundos, detenga el almacenaje.
6. Si fuese necesario ajuste la posición del sensor de movimiento.

## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: Antes de grabar para cada repetición, presione el botón “tare”.

1. Después que el sensor de fuerza ha sido calibrado, comience a jalar y empujar el gancho para hacer que el carro se mueva atrás y adelante.
2. Presione “Start” para guardar la información.
3. Empuje y jale el carro cuatro o cinco veces, después presione “Stop”.
4. En la lista de datos aparecerá “Run #1”. Si los datos no aparecen como puntos en la gráfica, revise el alineamiento del sensor de movimiento e intente de nuevo.

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERAS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN “FILE” Y “EXPORT”. CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (*.TXT).
---

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

### Análisis

1. En la gráfica de fuerza contra aceleración seleccione la región que es relativamente derecha arrastrando el cursor para encuadrarla.
2. Utilice las herramientas de análisis de la gráfica para determinar la pendiente de la región seleccionada. Seleccione del menú “Fit” el ajuste lineal “Linear”.
3. Guarde el valor de la pendiente que aparecerá en el recuadro del ajuste lineal.

### Tabla de Datos

Elemento	Valor
Masa del carro y sensor de fuerza (medido)	
Masa del carro y sensor de fuerza (pendiente)	

### Preguntas

1. Realice los diagramas de cuerpo libre necesarios para obtener los datos del experimento.
2. ¿Cuáles son las unidades apropiadas para la pendiente de la gráfica de fuerza contra aceleración?
3. ¿Por qué la pendiente de la gráfica de la fuerza contra aceleración es igual a la masa del objeto?
4. ¿Cuál es la diferencia de porcentaje entre la masa experimental y la masa real? Recuerde que

$$\text{Porcentaje de diferencia} = \left| \frac{\text{experimental} - \text{real}}{\text{experimental}} \right| \times 100\%$$

5. ¿Cuáles son las posibles razones para cualquier diferencia entre los valores medidos y los medidos experimentalmente?

## Experimento 2: Maquina de Atwood

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

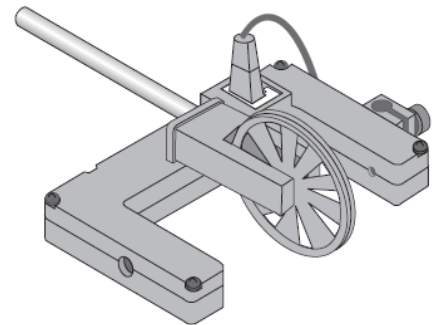
1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte la fotoc compuerta al canal digital 1 de la interfaz.
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **18 Atwood's.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.

- El archivo de *DataStudio* contiene una gráfica de velocidad contra el tiempo.

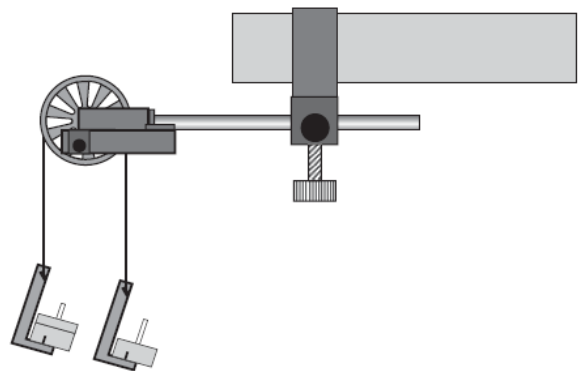
5. Coloque la abrazadera a la orilla de la mesa.
6. Atornille la vara de metal a la parte posterior de la polea a la fotoc compuerta.
7. Coloque horizontalmente en la abrazadera la fotoc compuerta/polea.
8. Utilice un pedazo de cuerda de alrededor 10 cm más largo que la distancia de la polea al suelo. Coloque la cuerda sobre el riel en la polea.



9. Amarre a cada extremo de la cuerda un gacho de masa.
10. Coloque de 5 a 6 masas (aproximadamente 100 gr) en uno de los ganchos y anote esta masa como  $M_1$ , recuerde en agregar los 5 gr del gancho a la masa total. En el otro gancho, coloque 6 masas,  $M_2$ , hasta que sumen ligeramente más que  $M_1$ , anote el valor de  $M_2$ .

11. Mueva a  $M_2$  hacia arriba hasta que casi toque a la polea y  $M_1$  casi toque el suelo. Sostenga a  $M_2$  para que no comience a caer.

12. Gire a la polea de tal forma que el rayo de la fotoc compuerta se encuentre desbloqueado (el LED rojo se encontrará apagado)



## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Parte 1. Masa constante

NOTA: El procedimiento es mucho más sencillos si una persona maneja el aparato y otra la computadora.

1. Suelte a  $M_2$  y déjela caer. Presione "Start" para inicial la captura de datos.
2. Presione "Stop" justo antes que  $M_2$  toque el suelo.

NOTA: No deje que la masa que sube choque contra la polea.

3. Para el segundo experimento ("Run #2") mueva una masa de  $M_2$  al gancho con  $M_1$ , note las nuevas masas y repita el procedimiento.
4. Repita el procedimiento para 3 configuraciones de masas diferentes. Para cada experimento cambia la fuerza neta pero la masa permanece constante.

### Parte 2. Fuerza neta constante

5. Configure las masas tal como en el primer experimento.
6. Cambie la masa total del sistema pero mantenga la fuerza neta constante. Para lograr esto añada exactamente la misma cantidad de masas adicionales a cada gancho.

NOTA: Asegúrese que la diferencia de masas sea la misma que en el primer experimento

7. Añada aproximadamente 10 gramos a cada gancho y anote la nueva masa de cada uno. Libere la masa  $M_2$  y déjela caer. Inicie a capturar los datos y detenga justo antes que toque el suelo.
8. Repita el pasa anterior hasta repetir el experimento 3 veces. Para cada uno, la fuerza neta deberá permanecer constante pero la masa del sistema cambiará.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

### Análisis

1. Examine la gráfica de la fuerza y el tiempo. Analice las lecturas de la fuerza de cada sensor para los 4 experimentos.
2. Seleccione "Run #1" y utilice "Smart Tool" para comparar la fuerza de uno de los sensores con la fuerza del segundo sensor al mismo momento.
3. Guarde el valor de ambas fuerzas.
4. Utilice los datos para contestar las preguntas que se presentarán adelante.

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERAS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Tabla de Datos

Elemento	Fuerza (N)
Fuerza del Sensor de Fuerza "A"	
Fuerza del Sensor de Fuerza "B"	

## Preguntas

1. Realice los diagramas de cuerpo libre necesarios para obtener los datos del experimento.
2. ¿Durante el primer experimento como se asemejan las formas de las gráficas de primer sensor y la del segundo sensor?
3. Si dos fuerzas son iguales y opuestas, ¿Cómo debería ser su suma?
4. De sus datos conteste, ¿qué tan aproximados son las fuerzas a ser iguales y opuestas?
5. ¿Quién aplicó más fuerza usted o su compañero?

# Práctica 14

DIN - 14

Duración: 30 min

## Tercera ley de Newton

### I. OBJETIVO

El propósito de esta exploración es verificar la tercera ley de Newton mediante un análisis del juego “jalar la cuerda” reforzando así los temas estudiados en la sección 2.1 de la carta descriptiva.

### II. INTRODUCCIÓN

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo cuerpo, el segundo cuerpo ejercerá una fuerza de igual magnitud y sentido contrario sobre el primer cuerpo.

La tercer ley es también llamada la ley de “acción – reacción”, ya que se puede redactar como sigue: “Para cada acción (fuerza) existe una reacción (fuerza) de igual magnitud pero en dirección opuesta.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
2	Sensores de fuerza	CI-6746
1 m	Cuerda	SE-8050

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte ambos sensores de fuerza a la interfaz. Estos deben ser conectados en las entradas digitales 1 y 2 y 3 y 4 respectivamente.
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **17 Tug-of-War.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña “File” – “Open Activity” abra la carpeta de “Desktop”, busque la carpeta titulada “CA-6787 Physics Experiments” y seleccione el archivo descrito.
5. El archivo contiene una gráfica de fuerza como función del tiempo. En la ventana de “Experiment Setup” (que puede localizar presionando el botón “Setup” que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos (“sample rate”) está en 1000 Hz (100 muestras por segundo). La fuerza de calibración para el sensor de fuerza han sido cambiados de tal forma que jalar es positivo para uno de los sensores y negativo para el otro.
6. Una los ganchos de los sensores de cuerda con un segmento de cuerda de 30 cm.

## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es mucho más sencillo si dos personas manejan los sensores de fuerza y una tercera la computadora.

1. Antes de grabar para cada experimento, presione el botón “Tare” en el costado del sensor de fuerza.
2. Después que el sensor de fuerza ha sido calibrado, presione “Start” para iniciar la recolección de datos.
3. Trate de jalar con la misma fuerza en ambos sensores y monitoree la intensidad de las fuerzas ejercidas en los dos sensores. La captura de datos se detiene después de 15 seg.

NOTA: No exceda los 50 N o podría dañar los sensores

4. En la lista de datos aparecerá “Run #1”. Si no aparecen puntos de datos en la gráfica repita el procedimiento.
5. Recolecte un segundo conjunto de datos, pero en esta ocasión solo jale en uno de los sensores.
6. Repita el procedimiento pero invierta el papel de los sensores.
7. Camine junto con su compañero y jale el sensor. (Medirá la fuerza ejercida mientras el cuerpo se encuentra en movimiento.)

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

### Análisis

1. Examine la gráfica de la fuerza y el tiempo. Analice las lecturas de la fuerza de cada sensor para las 4 repeticiones.
2. Seleccione “Run #1” y utilice “Smart Tool” para comparar la fuerza de uno de los sensores con la fuerza del segundo sensor al mismo momento.
3. Guarde el valor de ambas fuerzas.
4. Utilice los datos para contestar las preguntas que se presentaran adelante.



NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Tabla de Datos

Elemento	Fuerza (N)
Fuerza del Sensor de Fuerza "A"	
Fuerza del Sensor de Fuerza "B"	

### Preguntas

1. Realice el diagrama de cuerpo libre necesario para obtener los datos del experimento.
2. ¿Durante la primer repetición, como se asemejan las formas de las gráficas del primer sensor y la del segundo sensor?
3. Si dos fuerzas son iguales y opuestas, ¿Cómo debería ser su suma?
4. De sus datos conteste, ¿qué tan aproximados son las fuerzas a ser iguales y opuestas?
5. ¿Quién aplicó más fuerza usted o su compañero?

## Coeficientes de fricción

### I. OBJETIVO

El usuario verificará experimentalmente, mediante dos experimentos, el comportamiento de las fuerzas de fricción. Verificará la existencia de dos coeficientes de fricción, estático y cinético, así como la magnitud de los mismos y como varían estos entre diferentes materias en rozamiento. Estos experimentos tienen como objetivo apoyar a los contenidos del tema 2.1 - 2.4 de la carta descriptiva de la materia.

### II. INTRODUCCIÓN

Esta actividad investiga los dos tipos de fuerzas friccionales: la estática y la de rozamiento (cinética). Ambas dependen del tipo de superficie, pero no de la velocidad o del área de contacto.

La dirección de la fricción estática es normal a la superficie de contacto y en dirección opuesta a cualquier fuerza aplicada. Su magnitud está dada por  $F_s = \mu_s F_n$  donde  $\mu_s$  es el coeficiente de fricción estática y  $F_n$  es la fuerza normal. El coeficiente de fricción estática es la razón entre la máxima fuerza de fricción y la fuerza normal.

Cuando la fuerza se aplica a un cuerpo que se mueve sobre una superficie, se observa que la fuerza de fricción aumenta hasta un máximo justo antes que el cuerpo inicie a moverse. La fuerza de fricción cinética se opone al movimiento del objeto. La fuerza de fricción se puede describir por  $F_k = \mu_k F_n$  donde  $\mu_k$  es el coeficiente de fricción cinético y  $F_n$  es la fuerza normal. Los valores coeficiente de fricción cinético, para las mismas superficies, es menor que el coeficiente de fricción estático, es decir,  $\mu_k < \mu_s$ .

Un bloque de masa **M** se coloca en una mesa horizontal conectada por una cuerda a una masa **m**, la cual está colgada sobre una polea. Cuando la masa sobre la polea se le permita caer, jalará a la masa **M** deslizándose sobre la mesa.

Si se considera a ambas masas con un sistema, el diagrama de cuerpo libre incluye dos fuerzas: la fuerza de gravedad jalando a la masa **m** y la fuerza de fricción cinética actuando en la masa **M**. De acuerdo a la segunda ley de Newton, la suma vectorial de las fuerzas es igual a la masa total del sistema por la aceleración del mismo.

$$\sum F = mg - F_k = (M + m)a \quad (21)$$

donde  $F_k$  es la fuerza de fricción cinética la cual está dada por:

$$F_k = \mu_k N \quad (22)$$

donde  $\mu_k$  es el coeficiente de fricción cinético y  $N$  es la fuerza normal que actúa sobre la masa:

$$N = Mg \quad (23)$$

Resolviendo para el coeficiente de fricción cinética tenemos:

$$\mu_k = \frac{mg - (M + m)a}{Mg} \quad (24)$$

En general, el coeficiente de fricción cinético para la masa  $M$  depende solo del tipo de materiales que están en contacto.

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrará dos descripciones completas en lo que se refiere a montaje del experimento, procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
1	Sensor de fuerza	CI-6746
1	Pista dinámica	ME-9435 A
1	Accesorio descubre fricción	ME-8574
2	Barra de masa de 250 o 500 gr	
1	Balanza	
1 m	Cuerda	SE-8050
1	Sistema de poleas y fotocpuertas	ME-6838
1	Bloque de fricción (ME-9807)	Parte de ME-9435 A
1	Juego de masas y gancho (caja azul)	ME-8979
1	Abrazadera universal de mesa	ME-9376 B

## Experimento 1: Sensor de fuerza

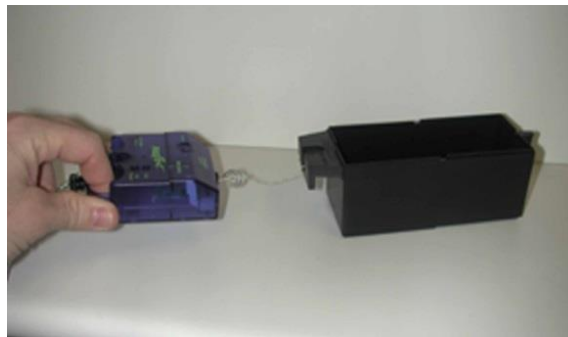
### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de fuerza a los canales digitales 1 y 2 de la interfaz.
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **20 Friction Forces.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.

- El archivo de *DataStudio* contiene tres gráficas (fuerza de fricción contra tiempo, estática contra normal y cinética contra normal) y cuatro tablas (dos de fricción cinética para fieltro y corcho y dos para fricción estática para fieltro y corcho). En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 1,000 Hz (1,000 muestras por segundo). El sensor se encuentra calibrado para que marque positivo para una fuerza que jale.



5. Disponga el equipo como se indica en la figura.
6. Agregue a la pista los dos pies que se incluyen y nivele la pista utilizando los tornillos en la parte inferior de los mismos.
7. Coloque el bloque de fieltro, con el fieltro hacia abajo, sobre la pista.
8. Sujete el extremo de un pedazo de cuerda al sensor y el otro extremo al bloque de fricción. La cuerda deberá ser de aproximadamente 5 cm.

## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja el carro y una segunda persona opera la computadora

### Accesorio de fieltro

1. Asegúrese de poder ver la gráfica etiquetada "Frictional Forces" (fuerzas de fricción). Jale el sensor de fuerza de tal forma que la cuerda esté restirada. Presione el botón "Tare" en el sensor de fuerza para calibrar el sensor antes de cada repetición.
2. Presione "Stop" al obtener 5 segundos de datos utilizables, esta será la primera repetición ("Run #1")
3. Agregue 250 gr a la bandeja de fricción y repita el procedimiento. Esta será la segunda repetición ("Run #2").
4. Agregue 250 gr adicionales a la bandeja de fricción y repita el procedimiento. Esta será la tercera repetición ("Run #3").

### Accesorio de corcho

5. Sustituya el accesorio de fieltro por el de corcho y repita el procedimiento anterior obteniendo tres curvas adicionales, "Run #4" para la bandeja con corcho sin masa adicional, "Run #5" para el corcho y 250 gr adicionales y "Run #6" para el corcho y 500 gr adicionales.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

Encuentre la fuerza normal, la fuerza de fricción estática y cinética para ambos materiales así como los coeficientes de fricción.

**Parte 1: Complete la gráfica de fuerza normal contra coeficiente de fricción estático.**

### Fricción del fieltro.

- Utilice los datos para encontrar la fuerza de fricción estática y la normal para cada repetición del fieltro. Escriba los resultados en *DataStudio* en la tabla "Table 1 – Felt".
1. En la tabla 1 escriba los datos de "0,0" en la primer fila. Pese el accesorio de fieltro e ingrese su peso como la fuerza normal.
  2. En la gráfica "Frictional Forces", seleccione "Run #1" del menú "Data". Subraye el pico más grande y el valor máximo aparecerá en el recuadro. Este es el valor de la fuerza de fricción estática, agréguelo en la segunda fila de la tabla 1.
  3. Repita el proceso para obtener la fuerza normal y la fuerza de fricción estática para "Run #2" y "Run #3". Guarde sus resultados en la tabla 1.

- La tabla 1 deberá tener cuatro valores en cada columna. Vea la gráfica de fuerza normal contra fuerza de fricción estática.
4. Presione “Scale to Fit” si fuese necesario y seleccione del menú “Fit” el ajuste lineal “Linear”. Guarde la pendiente  $m$ .

### Fricción del corcho

5. Repita el procedimiento para la tabla 2 de las repeticiones “Run #4”, “Run #5” y “Run #6”.

### Parte 2: Complete la gráfica de fuerza normal contra coeficiente de fricción estático.

#### Fricción del fieltro

1. En la tabla 3 escriba los datos de “0,0” en la primera fila. Escriba el valor de la fuerza normal en la primera columna. Estos valores serán los mismos valores de la primera columna de la tabla 1.
2. En la gráfica “Frictional Forces” seleccione “Run #1” del menú “Data”. Subraye la parte plana inmediata después del pico más grande y justo antes de la caída. El valor medio (“mean”) aparecerá en el recuadro, este valor medio es la fuerza de fricción cinética. Agréguelo en la segunda fila de la Tabla 3.
3. Repita el proceso para obtener la fuerza normal y la fuerza de fricción estática para “Run #2” y para “Run #3”. Guarde sus resultados en la tabla 3.
  - La tabla 3 deberá tener cuatro valores en cada columna. Vea la gráfica de fuerza normal contra fuerza de fricción estática.
4. Presione “Scale to Fit” si fuese necesario y seleccione del menú “Fit” el ajuste lineal “Linear”. Guarde la pendiente  $m$ .

#### Fricción del corcho

5. Repita el procedimiento anterior para obtener la fuerza normal y la fuerza de fricción cinética para “Run #4”, sin masa agregada, Run #5” y para “Run #6”. Guarde sus resultados en la tabla 4.
6. La tabla 4 deberá tener cuatro valores en cada columna. Vea la gráfica de fuerza normal contra fuerza de fricción cinética. Los puntos deberán ser graficados.
7. Presione “Scale to Fit” si fuese necesario y seleccione del menú “Fit” el ajuste lineal “Linear”. Guarde la pendiente  $m$ .

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN “FILE” Y “EXPORT”. CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Tabla de Datos

Material	Coefficiente de fricción estático, $\mu_s$	Coefficiente de fricción cinética, $\mu_k$
Fieltro		
Corcho		

## Preguntas

1. Realice el diagrama de cuerpo libre necesario para obtener los datos del experimento.
2. Cuando un objeto está en contacto con una superficie, ¿Cómo afecta a las fuerzas de fricción el material del cual está hecho el objeto?
3. ¿Cómo afecta la fuerza normal a las fuerzas de fricción?
4. ¿Cuál es la cantidad física representada por la pendiente de las gráficas de la fricción contra la normal?
5. ¿Qué patrón noto en los coeficientes de fricción?
6. ¿Qué le pasa a la fuerza de fricción estática si la masa se incrementa?
7. ¿Qué le pasa a la fuerza de fricción cinética si la masa se incrementa?
8. ¿Cuáles son las unidades para la pendiente en cada gráfica? Explique.
9. Piense de sus experiencias con los accesorios de fricción. ¿Qué pasa cuando un carro de detiene patinando, es decir, las llantas “se amarran”? ¿Qué fuerza de fricción es la que está actuando? ¿Cómo lo sabe?

## Experimento 2: Fotocompuerta

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

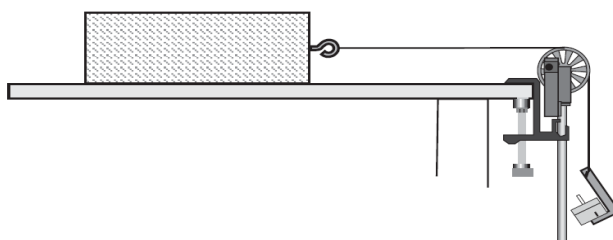
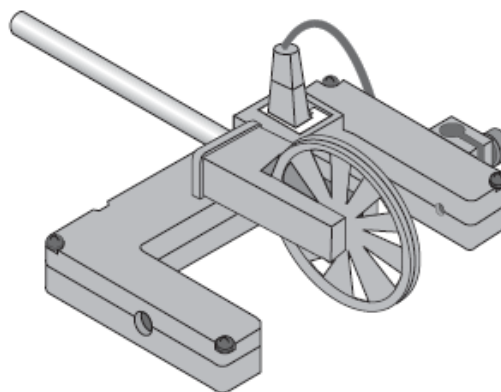
1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte la fotocompuerta al canal digital de la interfaz.
3. Inicie DataStudio, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después prender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **21 Friction Factors.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.

- El archivo contiene una gráfica de velocidad contra tiempo.

5. Utilice la barra de la polea para unir la polea a la fotocompuerta.
6. Use la abrazadera para montar la barra de la polea verticalmente a la orilla de la mesa.
7. Mida la masa del bloque de fricción y guarde este valor.
8. Utilice una cuerda de alrededor de 10 cm más grande que la distancia de la mesa al suelo.
9. Sujete un extremo de la cuerda al bloque.
10. Ponga la cuerda sobre la ranura de la polea. Amarre el extremo sobrante al gancho de masas y coloque el sistema de fotocompuerta/polea tal como se muestra.



### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja el aparato y una segunda persona maneja la computadora. Es importante nivelar el sensor de fuerza antes de cada experimento.

#### Parte A: Superficie grande y lisa.

1. Coloque el bloque de su lado liso en la mesa.



2. Ponga suficientes masas en el gancho para que el bloque se deslice en la superficie sin que sea necesario un empuje inicial. Mida y guarde el valor total de la masa colgante (recuerde incluir la masa del gancho).
3. Jale el bloque alejándolo de la polea hasta que la masa este casi hasta la polea. Sostenga el bloque en esta posición y mueva la fotocpuerta hasta que el rayo de esta no esté bloqueado.
4. Presione "Start" para iniciar la captura de datos.
5. Libere el bloque.
6. Presione "Stop" para detener la captura de datos antes que el bloque choque con la polea. Los datos capturados aparecerán como "Run #1".
7. Repita el procedimiento para obtener un segundo conjunto de datos para la misma superficie y masa del gancho. Los datos capturados aparecerán como "Run #2".

#### **Parte B: Bloque de diferente masa**

8. Duplique la masa de bloque colocando sobre él una masa aproximadamente igual a la de este y repita el procedimiento. Mida y guarde la masa total del bloque más la masa adicional ( $M$ ).
9. Duplique la masa en el gancho y repita el procedimiento. Mida y guarde la masa total del gancho más la masa adicional ( $m$ ).

#### **Parte C: Diferente área de superficie**

10. Remueva la masa adicional del bloque y del gancho, para regresar a las masas originales de la Parte A.
11. Coloque el bloque en la parte lisa de menor superficie.
12. Repita el procedimiento y compare los resultados con la Parte A

#### **Parte D: Diferente material en la superficie.**

13. Coloque en la mesa el bloque en la parte de mayor área y con superficie rugosa.
14. Ponga suficientes masas en el gancho para el bloque se deslice en la superficie sin que sea necesario un empuje inicial. Mida y guarde el valor total de la masa colgante recordando incluir la masa del gancho.
15. Guarde una repetición del experimento con estas nuevas masas para analizar como las diferentes materiales afectan al coeficiente de fricción cinética.
16. Coloque el bloque en la parte rugosa de menor superficie.
17. Capture los datos utilizando la misma masa colgante que la que utilizó para el área grande rugosa para que pueda comparar los resultados con aquellos de área grande y rugosa.

#### **Parte E: Bloque de diferente masa**

18. Regrese el bloque a la orientación original, tal como en la Parte A.
19. Ponga una cantidad de masa que sea mayor que la cantidad de utilizo en la Parte A. Mida y guarde la masa colgante total.
20. Capture datos tal como en la Parte A
21. Repita el procedimiento utilizando dos totales diferentes de masa de mayor valor. Recuerde en guardar los valores de las masas totales.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

Repetición #	PARTE Y DESCRIPCIÓN
1	A, Lado mayor y liso
2	A, Lado mayor y liso
3	B, Masa mayor en el bloque y en el gancho
4	C, Lado menor y liso
5	D, Lado mayor y rugoso
6	D, Lado menor y rugoso
7	E, Masa colgante mayor 1
8	E, Masa colgante mayor 2
9	E, Masa colgante mayor 3

1. Determine la aceleración experimental para cada una de las repeticiones. Encuentre la pendiente de la gráfica de velocidad contra tiempo, que es la aceleración promedio del bloque.
2. En *DataStudio*, seleccione "Run #1" en el menú "Data" que se encuentra en el despliegue de la gráfica. Si se muestran varias repeticiones, seleccione "No Data" del menú "Data" y después seleccione "Run #1". Presione el botón "Scale to fit" para re escalar los ejes de la gráfica para ajustar los datos. Presione el menú "Fit" y escoja "Linear Fit".
3. Guarde el valor de la pendiente (m) para el ajuste lineal. Repita el procedimiento anterior para cada una de las repeticiones
2. Utilizando los valores de las masas y el valor de aceleración, determine y guarde el coeficiente de coeficiente de fricción cinético para cada una de las repeticiones.

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Tabla de Datos

Repetición	M Masa total del bloque (kg)	M Masa total de la masa colgante (kg)	$a_{exp}$ aceleración (m/s <sup>2</sup> )	$\mu_k$ coeficiente de fricción
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

## Sumario

Repetición #	PARTE Y DESCRIPCIÓN	$\mu_k$
1	A, Lado mayor y liso	
2	A, Lado mayor y liso	
3	B, Masa mayor en el bloque y en el ancho	
4	C, Lado menor y liso	
5	D, Lado mayor y rugoso	
6	D, Lado menor y rugoso	
7	E, Masa colgante mayor 1	
8	E, Masa colgante mayor 2	
9	E, Masa colgante mayor 3	

## Preguntas

1. Realice el diagrama de cuerpo libre necesario para obtener los datos del experimento.
2. ¿Cómo varía el coeficiente de fricción cinético con respecto a la masa del bloque?
3. ¿Cómo varía el coeficiente de fricción cinético con respecto al área de contacto entre el bloque y la superficie horizontal?
4. ¿Cómo varía el coeficiente de fricción cinético con respecto a el material entre el bloque y la superficie horizontal?
5. ¿Cuándo usó diferentes tipos de materiales, como variaba el coeficiente de fricción cinética con el área de contacto entre el bloque la superficie horizontal?
6. ¿Cómo varía el coeficiente de fricción cinético con respecto a la velocidad debido al diferente valor de las masa colgantes?
7. ¿Cuál es la relación entre el coeficiente de fricción cinético, las masa, el área de superficie, o la velocidad del objeto.
8. ¿Cuándo se incrementa la masa del bloque, aumenta la fuerza de fricción cinética? ¿Por qué?

## Fuerzas de resistencia en fluidos

### I. OBJETIVO

El propósito de esta práctica es mostrar experimentalmente el efecto de fuerzas de resistencia en el movimiento de un cuerpo. Las fuerzas de resistencia puede ser estudiadas bajo diferentes conceptos: ecuaciones de movimiento, mediante análisis de fuerzas por diagrama de cuerpo libre y través de conservación de la energía mecánica. Los temas descritos son los 2.1, 3.1-3.8 de la carta descriptiva.

### II. INTRODUCCIÓN

Los antiguos filósofos griegos (entre ellos Aristóteles) creían que un cuerpo solo podía estar en movimiento si una fuerza externa era aplicada a este. Dicha afirmación se debe a sus observaciones, por ejemplo, una piedra no se moverá a menos que se le aplique una fuerza, y al hacerlo el cuerpo se moverá hasta aquel momento donde la fuerza externa se elimine. Sin embargo, si aplicamos este mismo razonamiento a un cuerpo que se lanza en un fluido, digamos una pelota, no es claro cuál es la fuerza que permita que el cuerpo se mantenga en movimiento, nadie empuja o jala la pelota, sin embargo se mueve hasta caer al suelo.

Gracias al trabajo experimental de Galileo y a la fundamentación de las leyes de Newton, sabemos que el razonamiento de Aristóteles era erróneo. La primera ley de Newton afirma que un cuerpo en movimiento rectilíneo uniforme continuara en esta clase de movimiento hasta que una fuerza externa haga que cambie su velocidad.

En el caso más general la fuerza externa causante de que un cuerpo en movimiento se detenga se le conoce como fuerza de resistencia. En particular para un sólido deslizándose se conoce como fuerza de fricción, mientras que a las fuerzas de un sólido moviéndose en un fluido se le llama fuerzas viscosas.

En base a la segunda ley de Newton se determina que la fuerza de resistencia, ( $f_r$ ) de un cuerpo cayendo en un fluido está dado por,

$$f_r = m_c \left( g - \frac{2h}{t_p^2} \right), \quad (22)$$

en donde  $m_c$  es la masa del cuerpo en movimiento,  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $h$  es la altura de la columna de fluido y  $t_p$  (tiempo promedio) es el tiempo que le tarda al cuerpo recorrer a distancia  $h$ .

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
6	Probetas de 100 ml	
	Material de limpieza para probetas	
6	Canicas de vidrio (iguales)	
1	Bascula (debe ser capaz de pesar las canicas)	
3	Cronómetros	
1	Cinta métrica	
1	Vernier	
1	Rollo de papel absorbente (papel de cocina)	
100 ml	Miel de abeja	
100 ml	Jarabe de azúcar	
100 ml	Aceite de motor de carro (mínimo 40)	
100 ml	Aceite vegetal de cocina	
100 ml	Aceite de bebe	
100 ml	Jabón liquido	

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Coloque las 6 probetas sobre papel absorbente en la mesa de trabajo.
2. Llene cada probeta con un líquido diferente y mida la altura de la superficie al fondo de la probeta, guarde este valor.
3. Utilizará una canica diferente para cada probeta. Pese cada canica y guarde este valor.
4. Mida el radio de cada canica y guarde este valor.

### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Encuentre la densidad de cada fluido, con la formula  $\rho = \frac{m_f}{V}$ , donde  $m_f$  es la masa del fluido y  $V$  es el volumen del mismo.
2. Anote los resultados para la densidad, radio y masa de la canica obtenidos en la tabla que se muestra a continuación.

	Miel de Abeja	Jarabe de azúcar	Aceite de motor	Aceite de cocina	Aceite de Bebe	Jabón Líquido
Masa de la canica ( $m_c$ )						
Radio de la canica ( $r$ )						
Densidad ( $\rho$ )						

- Deje caer la canica de la superficie del líquido. Trate que la canica caiga en el centro del cilindro.
- Tome el tiempo con los tres cronómetros hasta que la canica toque el fondo de la probeta.
- Compare los tiempos de los tres cronómetros ( $t_1, t_2, t_3$ ), si la diferencia entre los tres tiempos es menor al 5% encuentre el promedio ( $t_p$ ), en caso contrario deseche los resultados y repita la medición.

NOTA: Al finalizar la práctica recuerde que debe lavar y secar el equipo utilizado.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

- Anote los resultados obtenidos en la tabla de resultados que se presenta más adelante. Para cada repetición encuentre el valor promedio del tiempo ( $t_p$ ).

	Miel de Abeja	Jarabe de azúcar	Aceite de motor	Aceite de cocina	Aceite de Bebe	Jabón Líquido
Tiempo 1 ( $t_1$ )						
Tiempo 2 ( $t_2$ )						
Tiempo 3 ( $t_3$ )						
Tiempo Promedio ( $t_p$ )						

- Utilice la ecuación (22) presentada en la introducción del texto para calcular la fuerza de resistencia de cada fluido.

	Miel de Abeja	Jarabe de azúcar	Aceite de motor	Aceite de cocina	Aceite de Bebe	Jabón Líquido
Fuerza de resistencia ( $f_r$ )						

## Análisis

1. Calcule la viscosidad de cada fluido utilizando la siguiente fórmula.

$$\nu = \frac{\rho g r t_p}{9h}$$

en donde,  $\rho$  es la densidad del fluido,  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $r$  es el radio de la canica,  $h$  es la altura de la columna de fluido y  $t_p$  es el tiempo promedio.

	Miel de Abeja	Jarabe de azúcar	Aceite de motor	Aceite de cocina	Aceite de Bebe	Jabón Líquido
Viscosidad ( $\nu$ )						

## Preguntas

1. Deduzca y presente en su reporte la ecuación (22).
2. Escriba en una cuartilla y presente en su reporte, definición y aplicaciones de la viscosidad.
3. ¿Cómo se relacionan las fuerzas de resistencia y la viscosidad en cada fluido?
4. ¿Los resultados eran los que esperaba?
5. ¿La densidad del fluido tiene una relación con la fuerza de resistencia?

# Práctica 17

DIN – 17

Duración: 2:00 h

## Velocidad terminal

### I. OBJETIVO

El propósito de esta práctica es analizar si la masa y/o forma de un objeto afecta la velocidad terminal de un objeto en caída libre.

En base a los experimentos aquí presentados se analizarán los temas 1.2.1 - 1.2.6 de la carta descriptiva.

### II. INTRODUCCIÓN

Cuando un objeto cae a través del aire, ¿Qué sucede con la velocidad del objeto? ¿Tiene la masa algún efecto sobre la velocidad? Se sabe que cuando un objeto cae, sufre una aceleración debido a la atracción gravitacional de la tierra sobre el mismo. Sin embargo, se puede analizar la caída de una gota de lluvia, la cual cae de grandes alturas y por lo tanto tiene oportunidad de acelerar un gran periodo de tiempo. Se sabe que la velocidad de un cuerpo es proporcional a la raíz cuadrada del tiempo a la cual está siendo acelerada ( $v^2 = v_0^2 + 2ad$ ), es decir, entre mayor la altura y/o mayor el tiempo mayor será la velocidad. Entonces, ¿Por qué las gotas de lluvia no viajan a velocidades extremadamente altas cuando llegan a la superficie de la Tierra? La respuesta es sencilla, el movimiento de una gota de lluvia no es caída libre, el aire opone resistencia al movimiento de la partícula.

La velocidad final (o velocidad terminal) se define como la velocidad de un objeto que cae cuando la resistencia del aire que actúa sobre el objeto es igual al peso del objeto. La resistencia depende de la sección transversal del objeto que cae, la densidad del aire, y el coeficiente del aire (una constante que se determina empíricamente). Si la cantidad de resistencia en un objeto es constante, ¿Cómo el peso del objeto determinará la velocidad de la caída?

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrara dos descripciones completas en lo que se refiere a montaje del experimento, procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.



### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
1	Sensor de Movimiento	CI-6742
1	Cinta métrica	SE-8712
3	Figuras de papel de formas diferentes construidas con la misma cantidad de papel	
12	Filtro de café	

# Experimento 1: Velocidad terminal para objetos de diferente área de superficie y masa constante.

## IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).
3. Inicie DataStudio, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **22A Terminal Velocity 1.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo *DataStudio* contiene una gráfica de Velocidad vs Tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 50 Hz (50 muestras por segundo). La condición de arranque se retrasa a punto de empezar el registro de datos cuando el objeto es 1.50 m por encima del sensor, y la condición de parada automática se ajusta al final del registro de datos cuando el objeto es de 0.5 m sobre el sensor.
5. Coloque un sensor de movimiento en el suelo y asegúrese de que el sensor está mirando hacia arriba.
6. Mantenga la figura más grande de un modo ligero a 1.5 m sobre el sensor de movimiento.

## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja los objetos que caen y una segunda persona opera la computadora.

1. Presione "Start" en *DataStudio* Los datos comenzarán a recopilarse hasta que la posición sea inferior a 1.5 m. La captura de datos se detendrá automáticamente cuando la figura este a 0.5 m por encima del sensor.
2. Repita el procedimiento con cada figura.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. Con la herramienta "Smart Tool" determine la velocidad de cada figura a los 0.25 segundos. Anote este resultado en la tabla presentada continuación.
2. ¿Qué le sucede a la aceleración a medida que la figura cae? seleccione del menú "Fit" el ajuste lineal "Linear" para encontrar la pendiente en la gráfica de velocidad contra tiempo de cada figura. Guarde el valor de la pendiente  $m$

Repetición	Figura	Velocidad de la figura (m/s)
1	Grande	
2	Mediana	
3	Pequeña	

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Qué le pasa a la aceleración mientras caen las figuras?
2. ¿Qué significa que la aceleración disminuya y cómo se relaciona con la fuerza neta sobre la figura?
3. ¿Qué aspecto de forma de la figura determina que tan rápido caerá del aire?
4. ¿Cómo afectaría una forma aerodinámica del objeto la gráfica velocidad-tiempo? (las figuras aerodinámicas son aquellas que reducen al mínimo el área de su superficie respecto al movimiento del aire).

## Experimento 2: Velocidad terminal para objetos de área de superficie constante y diferente masa

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).
3. Inicie DataStudio, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **22B Terminal Velocity 1.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo *DataStudio* contiene una gráfica de Velocidad vs Tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 50 Hz (50 muestras por segundo). La condición de arranque se retrasa a punto de empezar el registro de datos cuando el objeto es 1.50 m por encima del sensor, y la condición de parada automática se ajusta al final del registro de datos cuando el objeto es de 0.5 m sobre el sensor.
5. Coloque un sensor de movimiento en el suelo y asegúrese de que el sensor este mirando hacia arriba.
6. Sostenga tres filtros de café ligeramente a más de 1.5 m directamente sobre el sensor de movimiento.

### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja el aparato y una segunda persona maneja la computadora.

1. Presione "Start" en *DataStudio*. El primer ensayo de los filtros de café aparecerá en la primera celda en la tabla. Los datos no serán recopilados hasta que el valor sea inferior a 1.5 m.
2. Para el segundo ensayo, use seis filtros de café.
3. Repita el procedimiento para ejecutar dos repeticiones más, usando nueve y doce filtros de café respectivamente.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

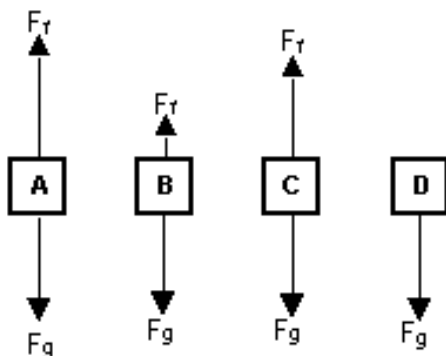
1. Con la herramienta "Smart Tool" determine la velocidad de cada repetición a los 0.3 segundos. Anote este resultado en la tabla presentada continuación.
2. ¿Qué le sucede a la aceleración a medida que la figura cae? seleccione del menú "Fit" el ajuste lineal "Linear" para encontrar la pendiente en la gráfica de velocidad contra tiempo de cada repetición. Guarde el valor de la pendiente  $m$

Repetición	Filtros	Velocidad de la figura (m/s)
1	3	
2	6	
3	9	
4	12	

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Por qué la velocidad de los filtros es negativa?
2. ¿Cómo se compara la velocidad de la repetición 1 (tres filtros) con la repetición 4 (12 filtros)?
3. ¿Cómo se compara la aceleración de la repetición 2 (tres filtros) con la repetición 4 (12 filtros)? Utilice los siguientes diagramas para contestar las siguientes las preguntas 4 y 5.



4. ¿Cuál diagrama de fuerza refleja con precisión las fuerzas iniciales al caer de la repetición 1 (3 filtros)?
5. ¿Cuál diagrama de fuerza refleja con precisión las fuerzas finales de la repetición 1 (3 filtros)?
6. ¿Por qué la velocidad tiende a ser constante? (Aceleración nula)
7. ¿Por qué una masa mayor tiene velocidad superior final en relación a una masa menor?

# Práctica 18

DIN – 18

Duración: 2:00 h

## Conservación de momento en colisiones

### I. OBJETIVO

El propósito de esta actividad es analizar la cantidad de momento antes y después de una colisión. En particular se realizarán dos experimentos, el primero para colisión elástica y el segundo para una colisión inelástica. En ambos se desea ilustrar al usuario que el momento inicial será igual al final, es decir, se conserva. Esta práctica desea simultáneamente verificar experimentalmente los temas 3.10 y 3.12 de la carta descriptiva.

### II. INTRODUCCIÓN

Cuando existe una colisión entre cuerpos, cualesquiera que sean estos, los resultados pueden ser complejos, sin embargo, un principio físico básico se mantiene evidente y nos provee con una excelente herramienta para analizar la dinámica de la colisión siempre y cuando no actúen fuerzas externas sobre los cuerpos. Este principio se conoce como conservación del momento. En particular para la colisión elástica de dos cuerpos se puede escribir como:

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}, \quad (25)$$

en donde el lado izquierdo de la ecuación es el momento total antes de la colisión y el lado derecho después de la colisión.

El cambio de momento en una colisión elástica para cada objeto se puede expresar de la siguiente manera,

$$\begin{aligned} m_1 \Delta v_1 &= m_2 \Delta v_2, \\ m_1 (v_{1f} - v_{1i}) &= m_2 (v_{2f} - v_{2i}). \end{aligned} \quad (26)$$

En una colisión totalmente inelástica los dos objetos quedan unidos después de la colisión, por lo que podemos expresar el principio de conservación de momento como sigue,

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f \quad (27)$$

Esta práctica consiste de dos experimentos, por lo cual encontrará dos descripciones completas en lo que se refiera a montaje del experimento, procedimiento experimental, datos experimentales y preguntas.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz ScienceWorkshop 750	
2	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Pista dinámica	ME-9435 A
2	Carro dinámico	ME-9430
1	Báscula	SE-8723

### IV. MONTAJE GENERAL DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte ambos sensores de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 para el primer sensor, y en las entradas digitales 3 y 4 para el segundo sensor. Verifique que ambos sensores de movimiento se encuentren en la posición "cerca" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de un carro)
3. Inicie DataStudio, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el desktop

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Asegure que los imanes se encuentran en un extremo de los carros pueden repelerse a medida que se acerquen uno al otro. Nombre a un carro "carro 1" y al otro "carro 2"
5. Pese cada carro y guarde estos valores.
6. Inserte los pies a la pista y nivélela. Utilice el indicador de ángulos o los tornillos en los pies hasta que los carros no rueden libremente. (También pudiera utilizar su celular si tiene el programa adecuado).  
NOTA: Para obtener resultados adecuados es muy importante que la pista esté nivelada.
7. Coloque el "sensor 1" de lado izquierdo de la pista y el "sensor 2" en el derecho.
8. Asegúrese que el sensor está a 0 grados y apuntando al centro de la pista.
9. Coloque el "carro 1" del lado izquierdo de la pista y al "carro 2" del lado derecho. Para estos experimentos se considera movimiento positivo hacia la derecha y negativo a la izquierda.



## Experimento 1: Colisión inelástica.

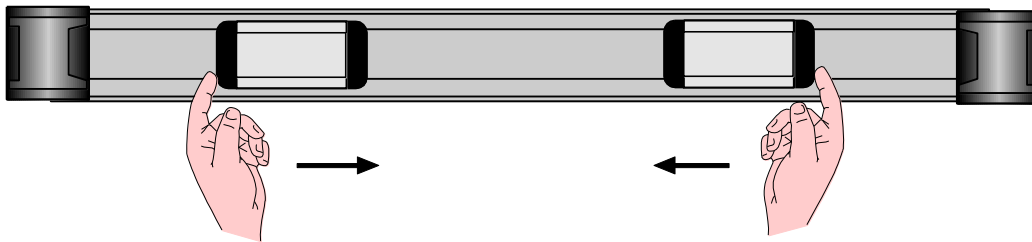
### IV. MONTAJE PARTICULAR DEL EXPERIMENTO

1. Abra el archivo **23A Momentum 1.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo *DataStudio* contiene una gráfica de Velocidad vs Tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo).
2. Asegúrese que el velcro en cada carro se encuentra el parte interna de la pista.

### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja los objetos que caen y otra persona maneja la computadora.

1. Coloque ambos carros a 15 cm de su sensor correspondiente.
2. Presione "Start" y empuje suavemente cada carro hacia el otro.
3. Recolecte datos hasta que los carros halla chocado y se mantengan unidos.
4. Presione "Stop"

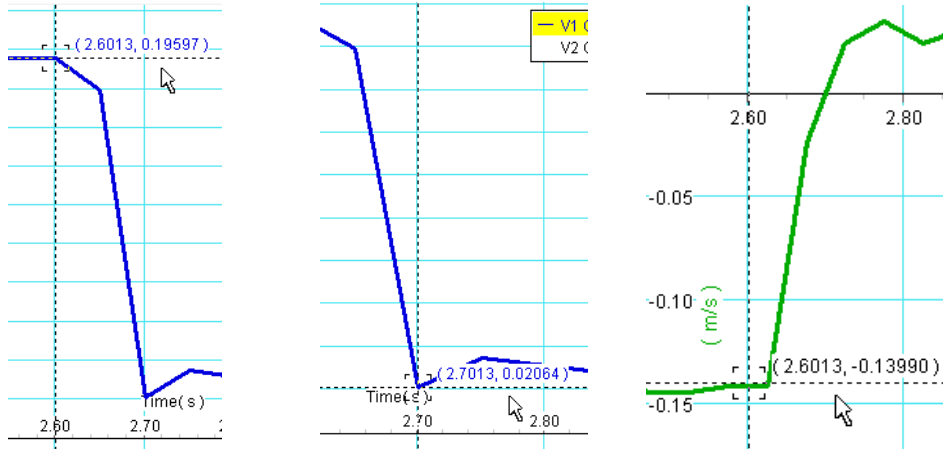


### VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. En el recuadro seleccione "V Cart 1 Run #1". Presione el botón "Smart Tool" y mueva la herramienta al punto donde inicia y al punto donde termina la colisión (velocidad inicial y final del carro 1, respectivamente) para encontrar el cambio de la velocidad justo antes y justo después de la colisión
2. Repita el paso 1 para "V Cart 2 Run #1" correspondiente al carro 2.
3. Presione nuevamente "Smart Tool" para desactivar la herramienta



4. Guarde las velocidades.



- Utilice la masa y el cambio de velocidad de cada carro para calcular el momento antes de la colisión. Encuentre el momento total antes de la colisión (la suma del momento de ambos carros).
- Calcule el momento después de la colisión. Recuerde que esto es la suma de la masa de ambos carros multiplicada por la velocidad.

Carro	Masa (kg)	Velocidad inicial (m/s)	Momento antes de la colisión (kg m/s)	Momento total antes de la colisión (kg m/s)
1				
2				

	Masa (kg)	Velocidad Final (m/s)	Momento después de la colisión (kg m/s)
Carro 1+2			

### Preguntas

- ¿Cómo se compara el momento inicial con el momento final?
- ¿Qué factores considera que pudieran hacer que el momento inicial difiera del final?

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Experimento 2: Colisión elástica.

### IV. MONTAJE PARTICULAR DEL EXPERIMENTO

- Abra el archivo **23B Momentum 1.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo *DataStudio* contiene una gráfica de Velocidad vs Tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo).
- Asegúrese que el imán en cada carro se encuentra el parte interna de la pista.

### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

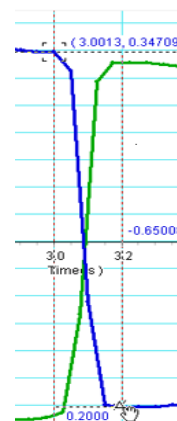
NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona maneja los objetos que caen y la otra maneja la computadora.

- Coloque ambos carros a 15 cm de su sensor correspondiente.
- Presione "Start". Empuje suavemente cada carro hacia el otro.
- Recolecte datos hasta que los carros halla chocado y se encuentren separados (use su discreción).
- Presione "Stop"



### VI. DATOS EXPERIMENTALES

- Para encontrar el cambio de la velocidad justo antes y justo después de la colisión, en el recuadro seleccione "V Cart 1 Run #1" presione el botón "Smart Tool"
- Mueva la herramienta "Smart Tool" al punto donde inicia la colisión. Mueva el cursor a la esquina inferior derecha de "Smart Tool" hasta que aparezca una delta.
- Arrastre la delta en "Smart Tool" hasta el punto donde termina la colisión. Anote al valor X y Y de Delta
- En el recuadro seleccione "V Cart 2 Run #1". Repita el procedimiento anterior para encontrar Delta X y Delta Y.



Carro	Masa (kg)	Cambio de velocidad (m/s)	Cambio de Momento (kg m/s)
1			
2			

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Cómo se compara el cambio de momento del carro 1 con del carro 2?
2. ¿Qué factores considera que pudieran hacer que el momento inicial difiera del final?
3. ¿Cómo se compara el momento total antes de la colisión con el momento total después de la colisión?

# Práctica 19

DIN - 19

Duración: 1:00 h

## Impulso y cambio de momento

### I. OBJETIVOS

Esta actividad tiene como objetivo determinar la similitud entre el cambio de momento y el impulso en una colisión, tal como se presentan en los temas 3.10 - 3.12 de la carta descriptiva

### II. INTRODUCCIÓN

El impulso ( $J$ ) de una fuerza es el producto del promedio de la fuerza por el intervalo de tiempo en el cual la fuerza actúa,

$$\vec{J} = \vec{F}\Delta t. \quad (28)$$

El impulso es una cantidad vectorial y tiene la misma dirección que la fuerza promedio y tiene unidades newton-segundos (N·s) en el sistema internacional y libra-segundos (Lb·s) en el sistema inglés.

Cuando una fuerza neta actúa sobre un objeto y el intervalo de tiempo en el que actúa dicha fuerza es insignificante, entonces el impulso será igual al cambio en el momento del objeto.

$$\vec{J} = \Delta\vec{p}. \quad (29)$$

El tipo de colisión es irrelevante para determinar el impulso.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz <i>ScienceWorkshop</i> 750	
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Sensor de fuerza	CI-6746
1	Pista dinámica	ME-9435 A
1	Carro dinámico	ME-9430
1	Accesorio de fuerza	CI-6545
1	Bascula	SE-8723

### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se

encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).

3. Conecte el sensor de fuerza al canal análogo 1 de la interfaz.
4. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el *desktop*.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por último abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

5. Abra el archivo **24 Impulso.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo tiene dos gráficas, la primera gráfica muestra la velocidad en función del tiempo y la segunda, fuerza en función del tiempo. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 50 Hz (50 muestras por segundo) para el sensor de movimiento y 500 Hz para el sensor de fuerza.

NOTA: La captura iniciará cuando el sensor de fuerza perciba una fuerza mayor a 0.001 N.

6. Coloque el sensor de fuerza en el accesorio de fuerza y ajuste el accesorio a la pista utilizando los tornillos en T en el costado del accesorio.
7. Coloque los pies de la pista en sus extremos. Ajuste uno de ellos a su mínima extensión y el otro a su máxima, de tal forma que la pista quede inclinada.
8. Inserte el sensor de movimiento en el extremo elevado. Este será su punto de inicio para cada repetición.
9. El extremo de la pista que contiene al sensor de fuerza (el menos elevado) deber ser recargado contra un objeto pesado y sólido de tal forma que no se mueva durante la colisión.
10. Coloque la defensa magnética (*magnetic bumper*, es parte del accesorio de fuerza) enfrente del sensor de fuerza.
11. Coloque 250 o 500 gr en la bandeja del carro. Pese el carro y masa, guarde este valor.



## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona se hace cargo de la computadora y otra del carro.

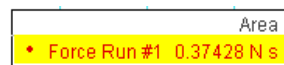
NOTA: No olvide presionar "Tare" (a un costado del sensor de fuerza) antes de cada repetición.

1. Sostenga el carro a 15 cm del sensor de movimiento.
2. Presione "Start" en *DataStudio* y después suelte el carro. La recolección de datos iniciará cuando el carro golpee al sensor de fuerza.
3. Presione "Stop" después que el carro haya rebotado posteriormente a la colisión.

## VI. DATOS EXPERIMENTALES

- Utilice la herramienta "Zoom" para expandir la región de la curva que muestra la colisión.

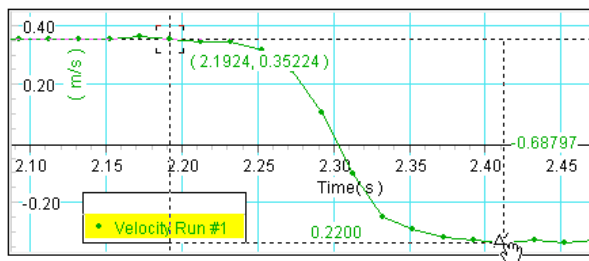
- En el recuadro se muestra el área bajo la curva que muestra la colisión entre el carro y el sensor de fuerza. Guarde el valor del área, esto será el impulso.



- Seleccione la gráfica de velocidad. Presione el botón de la herramienta "Smart Tool" y arrástrela hasta el punto de la curva que indica el inicio de la colisión, es decir, aquel que se encuentra justo antes que la curva comience a disminuir.

- Mueva el cursor a la esquina inferior derecha de "Smart Tool". El cursor se transformará en un triángulo (delta).

- Arrastre la herramienta delta al punto inferior de la curva que marca el fin de la colisión. El valor en el cambio de la coordenada Y es el cambio en la velocidad antes y después de la colisión. Guarde este valor.



- Calcule el cambio en el momento. Multiplique la masa total del carro por el cambio de velocidad del mismo.
- Compare el cambio en el momento al impulso (área bajo la curva de la fuerza) y calcule la diferencia porcentual ( $\Delta\%$ ).

$$\Delta\% = \left| \frac{J - \Delta p}{\Delta p} \right| \times 100\%$$

Masa (kg)	Cambio en la velocidad (m/s)	Cambio en el momento (kg m/s)	Impulso (N s)	$\Delta\%$

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

- ¿Por qué la velocidad del carro cambia de positivo a negativo antes y después de la colisión respectivamente?
- ¿Por qué el área bajo la curva (gráfica de la fuerza) es igual al impulso?
- ¿Cuáles pudieran ser las razones por la que existe una diferencia en el cambio en el momento con el impulso?
- ¿Cómo se compara el cambio del momento con el impulso?
- ¿Los resultados que obtuvo sustentan la hipótesis inicial?

## Conservación de la energía para un cuerpo en caída libre

### I. OBJETIVOS

El objetivo de esta actividad es investigar la relación entre energía cinética y energía potencial gravitacional para un objeto en caída libre. La carta descriptiva analiza los temas aquí presentados en secciones 3.3, 3.4, 3.6, 3.8 y 3.9.

### II. INTRODUCCIÓN

La energía cinética, ( $K$ ), es la energía que se obtiene al estar en movimiento. La cantidad de energía cinética que un cuerpo tiene depende de su masa, ( $m$ ), y de su velocidad, ( $v$ ), es decir entre más rápido se mueva y/o mayor masa, mayor energía cinética. Matemáticamente se define como,

$$K = \frac{1}{2}mv^2. \quad (30)$$

La energía potencial gravitacional es la energía vertical obtenida al elevar un cuerpo con respecto a un punto, por ejemplo, la superficie terrestre. Que tanta energía potencial gravitacional, ( $G$ ), que adquiere un cuerpo a ser elevado dependerá de dos factores, la altura que se elevó ( $h$ ), y el peso de la misma ( $mg$ ),

$$G = mgh. \quad (31)$$

Al dejar caer un cuerpo este perderá energía potencial, ya que la altura disminuye, pero ganará energía cinética, ya que su velocidad aumenta, debido a la aceleración de la gravedad. Sin embargo la suma de ambas energías,  $K + G$ , se mantendrá constante, es a este principio que se conoce como conservación de la energía mecánica, en donde la energía mecánica se define como,

$$E = K + G \quad (32)$$

### III. LISTA DE EQUIPO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz <i>ScienceWorkshop 750</i>	
1	Sensor de movimiento	CI-6742
1	Base universal grande	ME-8735
2	Varilla 45 cm	ME-8736
1	Abrazadera doble	ME-9873
1	Pelota de béisbol o basquetbol	

#### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento a la interfaz. El sensor de movimiento debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).
3. Conecte el sensor de fuerza al canal análogo 1 de la interfaz.
4. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrara sobre el *desktop*.

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

5. Abra el archivo **25 Discover Energy.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo contiene varias gráficas: Energías en función del tiempo ("Two Energies versus Time"), Energía total en función del tiempo ("Total Energy versus Time"), y Energía 1 contra Energía 2 ("Energy #1 versus Energy #2"). El archivo cuenta también con varios cálculos Energía G ("Energy G", de energía potencial Gravitacional), Energía K ("Energy K", de energía Cinética) y la energía total ("Total Energy"). En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 50 Hz (50 muestras por segundo) para el sensor de movimiento.
6. Con ayuda del soporte, barras y abrazadera doble coloque el sensor de movimiento a 1.5 m sobre el piso o una superficie sólida y lisa.
7. Rote el sensor hasta que este se encuentre "mirando hacia abajo". La distancia hacia el suelo se mide desde el generador del sensor.



#### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona se hace cargo de la computadora y otra del carro.

1. Sostenga la pelota a 15 cm directamente abajo del sensor de movimiento.
2. Presione "Start" en *DataStudio* y después suelte la pelota. La Captura de datos se detendrá automáticamente cuando la pelota llegue al suelo.
3. Repita el procedimiento tres veces.

#### VI. DATOS EXPERIMENTALES

- Si quiere ver una sola repetición a la vez lo puede lograr desactivando "data runs" con el botón "Data".
1. Examine las gráfica y describa el comportamiento de cada una de las energías.

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).



## Preguntas

1. ¿Cómo se compara el decremento de la energía potencial de la pelota con el incremento de la energía cinética?
2. ¿Qué sucede con la energía total a medida que la pelota cae?
3. ¿Qué le pasa a la energía potencial ("Energy #1") a medida que la pelota cae?
4. ¿Qué le pasa a la energía cinética ("Energy #2") a medida que la pelota cae?
5. ¿Qué información se puede obtener de la gráfica "Total Energy - Time" (energía total en función del tiempo)?
6. ¿Por qué motivo se "pierde" algo de energía al caer la pelota?

## Ley de Hooke y la energía potencial de un resorte

### I. OBJETIVOS

El propósito de esta práctica es analizar experimentalmente las características físicas de un resorte. Se estudiara la ley de Hooke y la energía potencial que es capaz de almacenar un resorte. La carta descriptiva analiza los temas aquí presentados en secciones 3.3, 3.4, 3.6, 3.8 y 3.9.

### II. INTRODUCCIÓN

Suponga un resorte que se encuentra colgado verticalmente, este tendrá una longitud  $L$  (longitud en reposo) siempre y cuando no se le aplique una fuerza en alguno de los extremos (contracción y/o alongamiento). Si se agrega una masa al extremo libre se observará que la longitud del resorte incrementará una distancia  $\Delta L$ , es decir, la distancia del soporte donde cuelga el resorte a la masa ahora será  $L + \Delta L$ . Como respuesta el resorte ejercerá una fuerza restauradora proporcional a

$$F = -kx, \quad (33)$$

donde,  $x$  es la distancia en que el resorte se desplazó de su posición de equilibrio y  $k$  es la constante de fuerza del resorte o simplemente constante del resorte. El signo negativo indica que la fuerza es en sentido contrario al desplazamiento  $x$ .

Al estirar (o comprimir) un resorte se realiza un trabajo que quedará almacenado en forma de energía potencial ( $U$ ). Por lo cual la energía potencial es directamente proporcional al trabajo realizado sobre el resorte, que se puede expresar como,

$$U = \frac{1}{2}Kx^2. \quad (34)$$

Esta práctica consiste de dos experimentos, sin embargo el montaje del equipo (a excepción del archivo de trabajo), procedimiento experimental y datos experimentales es idéntico en ambos casos así que solo se escribirá una vez.

### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz <i>ScienceWorkshop 750</i>	
1	Sensor de Fuerza	CI-6746
1	Sensor de movimiento rotacional	CI-6538
1	Base universal grande	ME-8735
1	Varilla, 120 cm	ME-8741
1	Varilla, 45 cm	ME-8736
1	Abrazadera doble	ME-9873
1	Resorte	SE-8749
1	Accesorio de movimiento lineal	CI-6688

#### IV. MONTAJE GENERAL DEL EXPERIMENTO

1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento rotacional (SMR). Este debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente. Verifique que el sensor de movimiento se encuentra en la posición "lejos" (el selector superior deberá estar en la posición que muestre el dibujo de una persona).
3. Conecte el sensor de fuerza al canal análogo 1 de la interfaz.
4. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el *desktop*.

*OJO: Debe conectar primero la interfaz a la computadora, después prender la interfaz y por último abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

5. Inserte la varilla de 120 cm en la base y coloque el SMR en la varilla.
6. Con ayuda de la segunda varilla y de la abrazadera doble coloque el sensor de fuerza como se ve en la figura, el extremo que incluye un gancho debe "apuntar" hacia abajo.
7. Conecte el resorte en el gancho y en la parte superior del accesorio de movimiento lineal (AML).

NOTA: Puede utilizar un clip para papel.

8. Gire la polea en el SMR de tal forma que el AML se encuentre hasta arriba (posición superior).
9. Ajuste la posición del SMR y del sensor de fuerza de tal forma que el resorte, que está conectado entre estos, no se encuentre restirado cuando el AML se encuentra en su posición superior y no choque con nada cuando se encuentre en su posición inferior (hasta abajo).

NOTA: Asegúrese que el sensor de fuer, el SMR y resorte se encuentren verticales.



#### V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL GENERAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona se hace cargo de la computadora y otra del experimento.

1. Inicie con el AML en su posición inicial, de tal forma que el resorte no esté restirado.
2. Presione el botón "Tare" a un costado del sensor de fuerza para calibrarlo.
3. Presione "Start" en *DataStudio*. Gire la polea de SMR lentamente, notará que el AML comenzará a bajar y a su vez estirará al resorte. Aparecerá una curva en la gráfica de fuerza en función del movimiento lineal ("Force vs. Linear Motion").

NOTA: Es muy importante girar la polea suavemente al realizar el experimento.

4. Cuando el AML llegue a su posición inferior presione "Stop".

## Experimento 1: Ley de Hooke

### IV. MONTAJE PARTICULAR DEL EXPERIMENTO

10. Abra el archivo **27 Hooke's Law.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo contiene una gráfica de fuerza como función de la distancia. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo) para ambos sensores.

### V. DATOS EXPERIMENTALES

1. Presione el botón "Scale to fit" para reescalar la gráfica.
2. Encuentre y guarde el valor de la pendiente,  $m$ , de la curva. Para lograr esto presione "Fit" (ajuste) y presione "Linear Fit" (ajuste lineal).

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

### Preguntas

1. ¿Es la curva de la fuerza una función lineal?, de ser positiva la respuesta, ¿Cuál es la relación entre la fuerza y la elongación?
2. ¿Qué significa físicamente la pendiente,  $m$ , es decir, a qué cantidad física se expresa a través de la pendiente,  $m$ ?
3. ¿Qué fuentes de error se pueden identificar en este experimento?
4. ¿Cuál es la relación entre la fuerza ejercida y la elongación del resorte?

## Experimento 2: Energía potencial de un resorte

### IV. MONTAJE PARTICULAR DEL EXPERIMENTO

11. Abra el archivo **28 Spring Energy.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo contiene una gráfica de fuerza como función de la distancia. En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo) para ambos sensores.

### V. DATOS EXPERIMENTALES

1. Presione el botón "Scale to fit" para reescalar la gráfica.
2. Encuentre y guarde el valor de la pendiente,  $m$ , de la curva. Para lograr esto presione "Fit" (ajuste) y presione "Linear Fit" (ajuste lineal). La pendiente será el valor de la constante del resorte,  $k$ .
3. Presione el botón "Statistics" (Estadísticas) y del menú que aparece seleccione Área. El trabajo en estirar al resorte será igual al valor del área encontrada.
4. Mida la elongación del resorte y guárdela como  $x$ .

	Valor
Pendiente, $m$	N/m
Área bajo la curva	N·m
Elongación, $x$	m

5. Utilice el valor de la constante,  $k$  (el valor de la pendiente,  $m$ ), la elongación,  $x$ , para calcular la energía potencial almacenada en el resorte, utilice la ecuación (34).
6. Calcule la diferencia porcentual entre la energía potencial del resorte, ecuación (34), y el área encontrada.

	Cálculo
Energía potencial del resorte	N·m
Diferencia porcentual	m

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Preguntas

1. El trabajo es la fuerza realizada por la distancia recorrida, entonces, ¿Por qué se utiliza el valor del área bajo la curva como el trabajo hecho?
2. ¿Cómo se compara el trabajo hecho (área bajo la curva) con el trabajo calculado por la ecuación (34)?
3. ¿Cuál es la relación entre la energía potencial almacenada en el resorte y el trabajo realizado para estirarlo?

## Práctica 22

DIN – 22

Duración: 1:00 h

### La conservación de la energía en un péndulo simple

#### I. OBJETIVOS

El interés de esta actividad es investigar como la energía en un péndulo simple se conserva mediante una continua transformación entre energía potencial gravitacional y energía cinética. La carta descriptiva analiza los temas aquí presentados en secciones 3.3, 3.4, 3.6, 3.8 y 3.9.

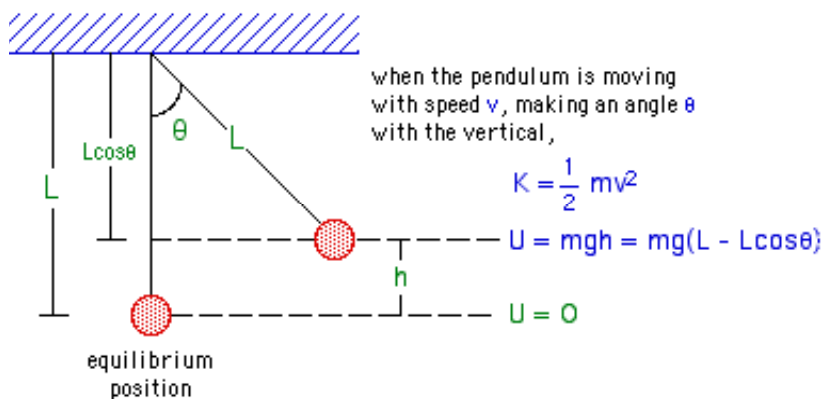
#### II. INTRODUCCIÓN

El movimiento de oscilación de un péndulo es el resultado de transformación de energía cinética a potencial gravitacional y viceversa. Cuando el péndulo se mueve con una velocidad  $v$ , y forma un ángulo,  $\theta$ , con la vertical se tiene que la energía cinética,  $K$ , y la energía potencial,  $U$ , están dadas por,

$$K = \frac{1}{2}mv^2,$$

$$U = mgh = mg(L - L\cos\theta) \quad (35)$$

donde,  $m$  es la masa de la plomada del péndulo,  $L$  su longitud, y  $g$  es la aceleración de la gravedad.



#### III. EQUIPO REQUERIDO

En la siguiente tabla se presenta el material que se utilizará para el desarrollo de la práctica.

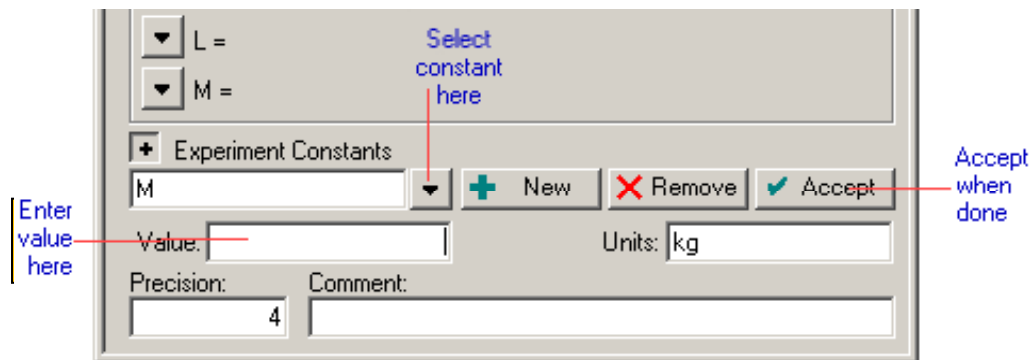
Cantidad	Material	Número de parte
1	Interfaz <i>ScienceWorkshop 750</i>	
1	Sensor de movimiento rotacional	CI-6538
1	Accesorio Rotacional	CI-6691
1	Base universal grande	ME-8735
1	Varilla, 45 cm	ME-8736
1	Báscula	SE-8723
1	Cinta métrica	SE-8712

#### IV. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

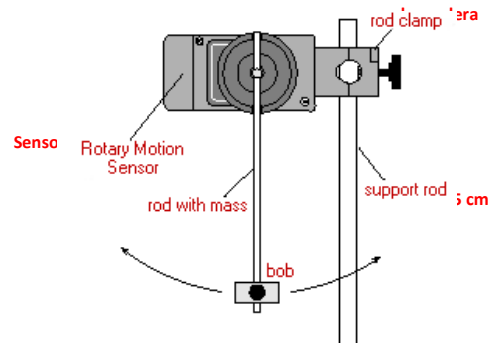
1. Conecte la interfaz a la computadora.
2. Conecte el sensor de movimiento rotacional (SMR). Este debe ser conectado en el orden amarillo - negro en las entradas digitales 1 y 2 respectivamente.
3. Inicie *DataStudio*, el icono de dicho programa lo encontrará sobre el *desktop*.

*OJO: Debe conectar primero lo interfaz a la computadora, después encender la interfaz y por ultimo abrir DataStudio si usted no sigue este orden la opción "Start" permanecerá inhabilitada.*

4. Abra el archivo **27 Hooke's Law.ds**. Para abrir un archivo en *DataStudio* diríjase a la pestaña "File" – "Open Activity" abra la carpeta de "Desktop", busque la carpeta titulada "CA-6787 Physics Experiments" y seleccione el archivo descrito.
  - El archivo contiene 3 gráficas de las siguientes variables: posición angular ("Angular Position") y energía cinética ("Kinetic Energy"), posición angular y energía potencial ("Potencial Energy"), y Energía cinética, Energía potencial y Energía total ("Total energy"). En la ventana de "Experiment Setup" (que puede localizar presionando el botón "Setup" que se encuentra sobre la barra principal) usted observará que la captura de datos ("sample rate") está en 20 Hz (20 muestras por segundo).
5. Mida y guarde la masa  $m$  de la plomada del péndulo.
6. Mida y guarde la longitud  $L$  del péndulo.
7. Presione el botón "Calculate" en *DataStudio*. Una calculadora aparecerá y en esta deberá ingresar el valor de la masa  $m$  y de la longitud  $L$ . Esto lo lograra de la siguiente manera:
  - Inmediatamente abajo de texto "Experiment Constants" (constantes experimentales) encontrará un menú en el cual usted podrá seleccionar la constante a la cual le asignara el valor medido.
  - Entre el valor de la constante en el recuadro blando de lado izquierdo del texto "Value". Presione "Accept" al finalizar.



8. Instale el equipo tal como se muestra en el siguiente diagrama.

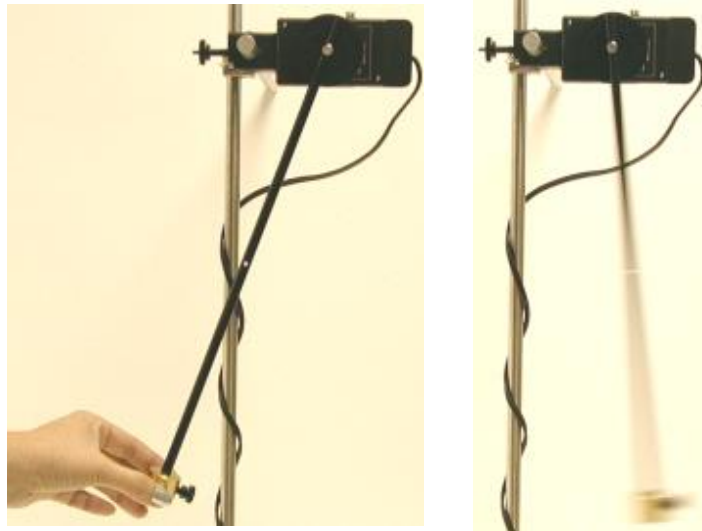




## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

NOTA: El procedimiento es más sencillo si una persona se hace cargo de la computadora y otra del experimento.

1. Con el péndulo en equilibrio presione "Start" en *DataStudio*.
2. Eleve el péndulo  $20^\circ$  y suéltelo.
3. Presione "Stop" después de 5 segundos.



## VI. DATOS EXPERIMENTALES

1. Las gráficas muestran la posición angular, energía cinética, energía potencial y la energía total.
2. Utilice "Smart Tool" para encontrar los valores máximos y mínimos de la energía cinética y potencial. Guarde estos valores.

Cantidad	Valor
Valor máximo de K	J
Valor mínimo de K	J
Valor máximo de U	J
Valor mínimo de U	J

NO OLVIDES GUARDAR LOS RESULTADOS EN TEXTO YA QUE DEBERÁS REPRODUCIRLOS PARA TU REPORTE. ESTO LO PUEDES LOGRAR EN "FILE" Y "EXPORT". CADA ARCHIVO SE GUARDARÁ COMO UN DOCUMENTO DE TEXTO (\*.TXT).

## Preguntas

### Gráfica de la posición angular y energía cinética

1. ¿Cuál fue desplazamiento angular máximo, en relación con la posición de equilibrio?
2. ¿Cuál fue el valor máximo de la energía cinética? ¿Dónde se encontraba el péndulo cuando la energía cinética era máxima?
3. ¿Cuál fue el valor mínimo de la energía cinética? ¿Dónde se encontraba el péndulo cuando la energía cinética era mínimo?

### Gráfica de la posición angular y energía Potencial

4. ¿Cuál fue el valor máximo de la energía potencial? ¿Dónde se encontraba el péndulo cuando la energía potencial es máxima?
5. ¿Cuál fue el valor mínimo de la energía potencial? ¿Dónde se encontraba el péndulo cuando la energía cinética era potencial?
6. ¿Cómo se compara el comportamiento de la energía cinética contra el de la energía potencial?

### Gráfica de la energía Potencial, cinética y total

7. ¿A qué conclusiones puede llegar en relación a la transformación de energía y de la conservación de la energía?
8. ¿Por qué casi al final hubo un ligero aumento en la energía total?

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

Wilson, J. D., 1994, Physics laboratory experiments, Editorial Heath and Company, 5ª edición, Impreso en E.U.A., ISBN 0-669-35074-5

Bernard, C. H., Epp, C. D., 1976, Laboratory experiments in college physics, Editorial John & Wiley Sons, 6ª edición, Impreso en E.U.A., ISBN 0-471-80578-5

Gil, S., Rodríguez, E., 2001, Física re-creativa, Editorial Prentice Hall, 1ª edición, Impreso en Perú, ISBN 987-9460-18-9

## **BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA**

Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. S., 2002, Física, Vol. 1, Editorial McGraw-Hill, 5ª edición, Impreso en México, ISBN 978-970-24-0257-3

Tripler, P., Mosca, G., 2010, Física para la ciencia y la tecnología, Vol. 1, Editorial Reverté, 6ª edición, Impreso en España, ISBN 978-84-291-4429-1

Ohanian, H., Markert, J. T., 2009, Física para ingeniería y ciencias, Vol. 1, Editorial McGraw-Hill, 3ª edición, Impreso en China, ISBN 978-970-10-6744-4

Serway, R. A., Jewett, J. w. Jr., 2008, Física para ciencias e ingeniería, Vol. 1, Editorial CENGAGE Learning, 7ª edición, Impreso en México, ISBN 978-970-686-822-0

González, C. F., 2009, Fundamentos de mecánica, Editorial Reverté, 1ª edición, Impreso en Barcelona, ISBN 987-84-291-4358-4

Meriam, J. L., Kraige, L. G., 2006, Engineering mechanics dynamics, Vol. 2, Editorial Johon Wiley & Sons, 6ª edición, Impreso en E.U.A., ISBN 978-0-471-73931-9

Nelson, E. W., Best, C. L., McLean, W. G., 2004, Mecánica vectorial: estática y dinámica, Ediorial McGraw-Hill, 5ª edición, Impreso en España, ISBN 84-481-2950-4

Goldstein, H., Poole, C. P., Safko, J., 2002, Classical mechanics, Editorial Pearson, 3ª edición, impreso en India, ISBN 987-81-317-5891-5

Beer, F. P., Johnston, E. R. Jr., Cornwell, P. J., 2012, Dinámica, Editorial McGraw-Hill, 1ª edición, Impreso en México, ISBN 987-607-15-0646-7

Hecht, E., 1980, Física en perspectiva, Ediorial Addison Wesley Iberoamericana, 1ª edición, Impreso en E.U.A, ISBN 0-201-64015-5

Thornton s. t., Marrion, J. B., 2008, Classical dynamics of particles and systems, Editorial CENGAGE Learning, 5ª edición Impreso en India, ISBN 978-81-351-1847-2

# Apéndice A

## Formato de presentación de reportes de laboratorio de dinámica

En este apéndice se presenta una guía para realizar un reporte de laboratorio. Este formato particular puede ser utilizado por el académico responsable de laboratorio. De ser así, el ejemplo que se presenta en las siguientes hojas puede ser de mucha utilidad en la redacción del reporte.

Presentamos un reporte de práctica de laboratorio ya elaborado, este servirá de guía en la redacción de sus reportes. Se aprecia una secuencia de números que hacen referencia a partes específicas del reporte, las cuales se explican a profundidad de la siguiente manera.

Información general.

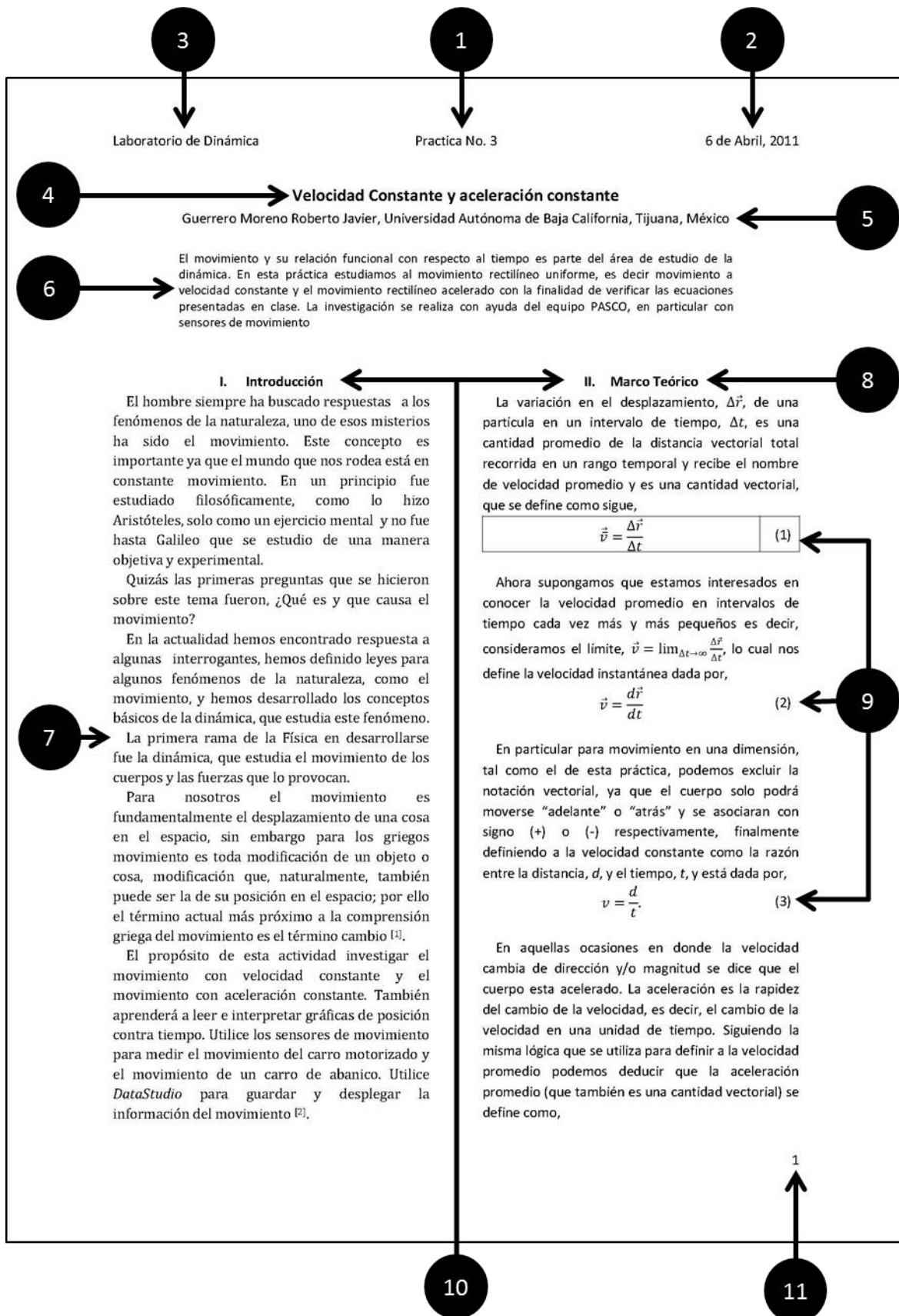
- a) El diseño de página deberá presentarse en dos columnas.
- b) La distancia entre renglones deberá ser de 1.15, excepto en donde se indique.
- c) Excepto en donde sea especificado el tamaño de letra deberá ser de 10 p y la fuente Calibri.
- d) Los márgenes deben ser de 1 pulgada en los 4 lados de la hoja.

El encabezado deberá aparecer en todas las hojas y debe contener la siguiente información:

- 1) **Práctica No:** El rotulo "Práctica No." más el número de reporte esta debe estar en cada hoja del reporte y siempre arriba y en el centro de la hoja.
- 2) **Fecha:** Fecha de entrega. Debe estar en cada hoja del reporte y siempre arriba y de lado derecho de la hoja.
- 3) **Laboratorio de dinámica:** Este rotulo debe estar en cada hoja del reporte y siempre arriba y de lado izquierdo de la hoja.

Esta información corresponde al contenido que se desarrollará en la práctica.

- 4) **Título de la práctica:** El título de la práctica debe ser claro y expresar en una frase la finalidad de la misma. Utilice Calibri 12 en Negrillas.
- 5) **Autor(es):** Los Autores deberán escribirse con apellidos primero, seguidos de sus nombres, a su vez procedidos por su afiliación. Si son dos o más autores entonces los nombres, se escriben en el mismo renglón y la afiliación en el segundo con un espaciamiento de filas de 1.0.
- 6) **Resumen:** El resumen debe describir de forma clara y concreta el objetivo, el procedimiento, resultados y conclusiones del experimento realizado, de tal forma que el lector sea capaz de darse una idea clara y concisa de los resultados experimentales y de las conclusiones obtenidas a partir de dichos dato. El espaciamiento entre renglones debe ser de 1.0.
- 7) **Introducción:** La introducción del reporte debe darle al lector una base sobre el cual pueda comprender el resto del contenido del reporte. Debe de responder el por qué es importante este tema. Por lo general materiales históricos son adecuados en esta sección. Inclusive el autor pude poner al final de esta una breve descripción de cómo está organizado el material del texto y el objetivo de la práctica realizada.



- 8) Marco teórico:** Esta sección deberá presentar el fundamento teórico necesario para hacer un análisis de los resultados. Si fuera necesario incluir ecuaciones, esta es la sección para hacerlo. El solo presentar ecuaciones no es válido, es necesario hacer un descripción y análisis de las ecuaciones.
- 9) Ecuaciones:** Las ecuaciones que se incluyan deben ser numeradas de forma progresiva y al ser referenciadas en el texto se hará de la siguiente forma: ... ecuación (número).... Nótese que la ecuación (1) ha sido colocado en una tabla 2x1 en donde la ecuación es colocada centrada en la primera celda mientras que en la segunda celda con justificación a la izquierda se coloca el número de la misma. Es importante aclarar que esta celda debe ser invisible, tal como se muestra en las demás ecuaciones.
- NOTA: LAS ECUACIONES DEBEN SER ESCRITAS NO COPIADAS Y PEGADAS.
- 10) Subtítulos:** Los subtítulos en cada sección deben estar centrados y en negrillas.
- 11) Enumeración de las páginas:** Cada página del reporte debe estar enumerada en la esquina inferior derecha. La numeración debe ser 1, 2, 3,... sucesivamente.
- 12) Procedimiento Experimental:** En esta sección se presentará el material utilizado en la práctica y una descripción del procedimiento experimental. El material debe ser presentado en una tabla, tal como se muestra en el ejemplo. El procedimiento en sí debe ser presentado en forma narrativa no en puntos como se muestra en el manual de prácticas. Si es posible, se puede agregar fotografías y/o dibujos del procedimiento, del equipo y/o montaje del equipo.
- 13) Tablas:** Las tablas deben presentarse enumeradas en la parte superior con la leyenda Tabla 1, o como sea pertinente, seguido inmediatamente de un descripción del contenido de la misma. Es importante notar que aun cuando se hace una descripción del contenido de la tabla en el encabezado, es necesario hacer una descripción de la misma en el texto del reporte.
- 14) Bibliografía:** La bibliografía debe ser numerada en orden ascendente. Los libros deben ser citados de la siguiente manera:
- Autor (Apellido, Nombre), título (entre comillas y en itálica), Editorial, número de edición, país de impresión, año de impresión, paginas.
- Si son dos o más autores, solo se cita al primero seguido por *et. al.*, note la segunda cita del ejemplo. Las páginas de internet deberán ser citadas como sigue:
- Autor (Apellido, Nombre), fecha de publicación, título de la página (en itálica), hora y fecha de consulta, dirección de la página.
- El autor de la página puede identificarse en la parte inferior de la página, en algunos casos será el compilador o web master. Si no es posible identificar a alguien se iniciará con el nombre de la página.
- La bibliografía deberá ordenarse numéricamente, en orden de aparición en el texto. Mientras que en el texto se citarán numéricamente entre corchetes y como subíndice, tal como se ve en el ejemplo.

12

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (4)$$

para intervalos de tiempo cada vez más pequeños tenemos, es decir  $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ , que es la aceleración instantánea,

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{dr}{dt} \right) = \frac{d^2 r}{dt^2} \quad (5)$$

Podemos excluir la notación vectorial de la misma forma que lo hicimos para la velocidad. Si la aceleración permanece constante entonces tenemos,

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad (6)$$

en donde,  $v$ , es la velocidad a un tiempo  $t$ ,  $v_0$  es la velocidad al inicio del movimiento y  $t_0$  es el tiempo inicial, que por lo general se considera  $t_0 = 0$ , es decir, el cronómetro comienza en cero, por lo que,

$$v = v_0 + at. \quad (7)$$

La velocidad promedio entre cualquier par de puntos ( $t = 0$  y  $t = t$ ) se puede escribir como

$$\bar{v} = \frac{1}{2}(v + v_0). \quad (8)$$

Si la posición de la partícula en  $t = 0$  es  $x_0$ , la posición en  $t = t$  se puede encontrar con,

$$x = x_0 + \bar{v}t. \quad (9)$$

Sustituyendo la ecuación (8) en (9) se obtiene una ecuación para la distancia en función de la velocidad inicial, velocidad y tiempo.

$$x = x_0 + \frac{1}{2}(v + v_0)t. \quad (10)$$

Sustituyendo (7) en (10) se obtiene,

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2. \quad (11)$$

Finalmente despejando  $t$  de (7) y sustituyendo en (11) obtenemos la relación,

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0). \quad (12)$$

Las ecuaciones (7), (10), (11) y (12) describen por completo el movimiento rectilíneo acelerado en una dimensión<sup>[3,4,5]</sup>.

14

### III. Procedimiento Experimental

Presentamos en la tabla 1 el material utilizado para el desarrollo de la práctica.

Cantidad	Material
1	Interface Science Workshop 750
2	Sensor de Movimiento
1	Carro Motorizado
2	Pista dinámica
1	Carro de dinámico
1	Accesorio de abanico
2	Accesorio de pulso de tiempo

13

El equipo PASCO, (tabla 1 y figura 1), utilizado en esta práctica permite la captura de automatizada de datos experimentales.

El experimento consiste en medir la velocidad y la posición de dos carros colocados cada uno en pistas dinámicas diferentes. El carro, al cual se le ajusto el accesorio de abanico, se moverá a velocidad constante, mientras que el carro motorizado a aceleración constante. El sensor de movimiento en cada pista se encarga de capturar la velocidad de cada uno de los carros durante 5 segundos, dicho tiempo está controlado mediante el accesorio de pulso.

El equipo presentado en la tabla 1 se estructura de la siguiente manera. Las pistas se colocaron paralelas separadas 30 cm, en un extremo de estas se colocó el sensor de movimiento los cuales se conectaron a la interface. En una de las pistas se colocó el carro motorizado y en la otra el carro con el abanico.

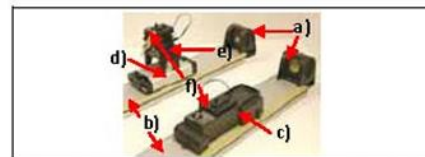


Figura 1: Material utilizado en el desarrollo de la práctica. Se muestran: a) en el extremo de cada pista los dos sensores de movimiento, b) las dos pistas dinámicas, c) el carro motorizado, d) carro dinámico, e) accesorio de abanico y f) los accesorios de pulso.

15

**15) Figuras:** Cualquier imagen, gráfica, dibujo y/o fotografía se clasifica como figura. Las figuras deben estar etiquetadas progresivamente con la leyenda “Figura 1”, “Figura 2”, y sucesivamente. Seguido de una descripción de lo que la figura presenta, en el caso del ejemplo de la Figura 1, se presenta una imagen del equipo presentado en la Tabla 1. Mientras que en las Figuras 1 y 2 se muestran descripciones de los resultados experimentales. Note que las figuras se rotulan en la parte inferior. Es importante notar que aun cuando se hace una descripción del contenido de la figura en el pie de la misma, es necesario hacer una descripción de la misma en el texto del reporte.

NOTA: LAS GRAFICAS DEBEN SER RECONSTRUIDAS EN EXCEL, NO SE PERMITE COPIAR Y PEGAR LAS GRAFICAS GENERADAS POR *DATASTUDIO*.

#### **Como hacer las gráficas en Excel.**

Para generar una gráfica a partir de los archivos de texto generados por *DataStudio* siga las siguientes indicaciones:

- Abra el archivo de texto en Excel y escoja delimitar cada columna.
- Seleccione ambas columnas y en la viñeta de insertar, seleccione la gráfica de dispersión con línea uniendo los puntos.
- Una vez que tenga la gráfica, seleccione las líneas de división (Gridlines) y con el botón derecho del mouse escoja “Dar formato a las líneas de división...”, en color de línea escoja “línea sólida” y cambie el color a blanco.
- Para agregar los ejes restantes seleccione ya sea el eje x o y, presione el botón derecho y selecciones “formato de línea de trazado...” seguido de “color de borde” y “línea sólida” y escoja el color negro.
- Agregue leyendas a ambos ejes en donde indique su significado así como sus unidades, así como en las figuras 2 y 3. Puede hacer espacio del lado izquierdo y abajo modificando el tamaño de la gráfica y moviéndola para insertar cuadros de texto.
- Mueva el recuadro donde se indica el color y forma de la curva dentro del recuadro de la gráfica e indique que el significado de la curva.

Si usted necesita agregar curvas a esta, por ejemplo, a la curva de datos experimentales es necesario agregarle una curva de algún ajuste numérico, realice el mismo procedimiento para la otra curva y después sobre ponga ambas, Excel automáticamente las sobrepondrá.

**16) Resultados:** En esta sección se deberán presentar los resultados de la práctica, ya sea en forma de gráficas y/o tablas, sin embargo es muy importante que dichos resultados sean explicados y discutidos, no es válido solo presentar los datos numéricos obtenidos. El autor puede aquí hacer referencia al marco teórico previamente presentado para sustentar los resultados obtenidos. No es necesario realizar conclusiones sobre el mismo, ya que estos son presentados posteriormente. Esta sección muestra el nivel de conocimiento del autor(es).

**17) Conclusiones:** En esta sección se presentan los comentarios finales sobre la práctica en donde se resume de manera extremadamente concreta los resultados y como estos satisfacen los objetivos e hipótesis iniciales. Esta es la única sección del texto que deberá ser escrita individualmente por cada uno de los integrantes del equipo de trabajo.



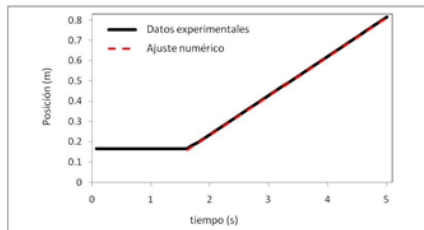


Figura 2: Gráfica de la posición del carro motorizado. La línea negra sólida muestra los datos experimentales, mientras que la línea roja rayada muestra un ajuste lineal a los datos experimentales.

A cada carro se le conectó un accesorio de pulso de tiempo el cual restringió el tiempo de movimiento a 5 segundos.

16

#### IV. Resultados

Los resultados capturados experimentalmente se expresan numéricamente en las figuras 2 y 3. En ambas se presenta una gráfica de posición como función del tiempo en donde se presentan dos curvas. Una que muestra los datos experimentales, tal como fueron capturados por el sensor de movimiento (línea negra sólida) y un ajuste numérico a esta (línea roja rayada).

La figura 2 muestra la posición del carro motorizado como función del tiempo. Se observan dos regímenes en el tiempo, el primero de 0 a 1.5 s aproximadamente es una línea horizontal que muestra al carro básicamente estacionario, el segundo régimen de 1.5 a 5 segundos muestra un cambio de la posición como función del tiempo. Como se observa la posición del objeto cambia linealmente con respecto al tiempo (línea negra sólida), hecho que se verifica al ajustarle una línea recta (línea roja rayada). Este comportamiento se describe por la ecuación (3) que describe a un objeto en movimiento rectilíneo uniforme, es decir, velocidad constante, ya que se observa en esta que la posición,  $x$ , cambia linealmente con el tiempo,  $t$ .

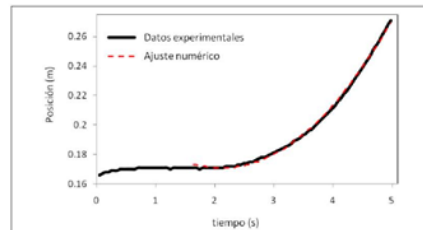


Figura 3: Gráfica de la posición del carro con el accesorio del abanico. La línea negra sólida muestra los datos experimentales, mientras que la línea roja rayada muestra un ajuste cuadrático a los datos experimentales.

Podemos hacer un análisis muy similar para la figura 3, carro con abanico, sin embargo en esta se realizó un ajuste cuadrático a la curva experimental. La ecuación (11) muestra que para el movimiento rectilíneo acelerado la posición cambia cuadráticamente con el tiempo, tal como encontramos para el carro con el abanico

#### V. Conclusiones

Podemos de los resultados concluir que la ecuación (3) describe efectivamente el comportamiento del movimiento rectilíneo uniforme, mientras que las ecuaciones (7) - (9) y (11) describen el movimiento de un cuerpo sujeto a una aceleración constante.

17

#### Bibliografía

- [1] Hetch, Eugene, "Física en Perspectiva", Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, Primera Edición, E.U.A., 1987, 634 pp.
- [2] Resnick, Robert et. al., "Física: Volumen 1", Grupo Editorial Patria, Quinta Edición, México, 2002, 566 pp.
- [3] Serway, Raymond A., Jewett, John W., "Física, para ciencias e ingeniería: Volumen 1", Editorial Cengage learning. Séptima Edición, México, 2008, 640 pp.
- [4] Tripple Paul A., Mosca, Gene, "Física para la ciencia y la tecnología: Volumen 1", Editorial Reverté, Sexta Edición, España, 2010, 692 pp

14

# Apéndice B

## Temario del curso de dinámica

Presentamos al lector el temario de la materia de dinámica, tal como fue extraído de la carta descriptiva.

Hemos agregado en cada uno de los temas el número de práctica que lo apoya.

Recomendamos que, independientemente de lo aquí presentado, que consulte la carta descriptiva, la cual puede encontrar en la dirección electrónica:

<http://ingenieria.mx1.uabc.mx/index.php/dinamica/finish/80-materias/142-dinamica>

### Unidad I: Cinemática de las partículas

- 1.1. Introducción a la dinámica.
  - 1.1.1. Bosquejo histórico de la dinámica.
  - 1.1.2. Ley federal de metrología y normalización.
  - 1.1.3. Conversión de unidades.
- 1.2. Movimiento rectilíneo de partículas.
  - 1.2.1. Posición, velocidad y aceleración.
    - Prácticas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 17.
  - 1.2.2. Determinación del movimiento de una partícula.
    - Prácticas 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 17.
  - 1.2.3. Movimiento rectilíneo de partículas.
    - Prácticas 1, 2, 3, 4, 7 y 17.
  - 1.2.4. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
    - Prácticas 4, 5, 6, 7, 8 y 17.
  - 1.2.5. Movimiento de varias partículas
    - Práctica 17.
  - 1.2.6. Solución gráfica de problemas.
    - Prácticas 1 y 17.
- 1.3. Movimiento curvilíneo de partículas.
  - 1.3.1. Vector posición, velocidad y aceleración.
    - Prácticas 9 y 10.
  - 1.3.2. Componentes rectangulares.
    - Prácticas 9 y 10.
  - 1.3.3. Componente tangencial y normal.
    - Prácticas 9 y 10.
  - 1.3.4. Componentes radial y transversal
    - Prácticas 9 y 10.

## **Unidad II: Dinámica de partículas. Segunda ley de Newton**

- 2.1. Segunda ley del movimiento de Newton.
  - Prácticas 11, 12,13, 14,15 y 16.
- 2.2. Momento ideal de una partícula. Tasa de cambio del momentum lineal.
  - Prácticas 11 y 15.
- 2.3. Ecuaciones del movimiento.
  - Prácticas 11 y 15.
- 2.4. Equilibrio dinámica.
  - Prácticas 11 y 15.
- 2.5. Momentum angular de una partícula. Tasa de cambio de momentum angular.
  - Práctica 11
- 2.6. Ecuaciones del movimiento en función de las componentes radial y transversal.
- 2.7. Movimiento bajo una fuerza central.
- 2.8. Ley de gravitación de Newton.
- 2.9. Trayectoria de una partícula bajo la acción de una fuerza central.
- 2.10. Aplicaciones de la mecánica espacial.

## **Unidad III: Método de energía y cantidad de movimiento**

- 3.1. Introducción.
  - Práctica 16.
- 3.2. Trabajo de una fuerza.
  - Práctica 16.
- 3.3. Energía cinética de una partícula. Principio de trabajo y energía.
  - Prácticas 16, 20, 21 y 22.
- 3.4. Aplicaciones del principio de trabajo y energía.
  - Prácticas 16, 20, 21 y 22.
- 3.5. Potencia y eficiencia.
  - Práctica 16.
- 3.6. Energía potencial.
  - Prácticas 16, 20, 21 y 22.
- 3.7. Fuerzas conservativas y no conservativas (fricción).
  - Práctica 16
- 3.8. Conservación de la energía.
  - Prácticas 16, 20, 21 y 22.
- 3.9. Movimiento debido a una fuerza central conservativa. Aplicaciones a la mecánica espacial.
  - Práctica 20, 21 y 22.
- 3.10. Principio de impulso y momentum.
  - Prácticas 18 y 19.
- 3.11. Movimiento de impulso.
- 3.12. Colisiones.

- Prácticas 18 y 19.

3.13 Colisión central directa.

3.14 Colisión central oblicua.

3.15 Problemas relativos a energía y momentum.

# Apéndice C

## Reglamento del laboratorio de dinámica y formato de préstamo para almacenes de CITEC

Presentamos en este apéndice el reglamento de laboratorio, seguido del formato de préstamo para solicitar el equipo requerido para las prácticas en los almacenes de CITEC.

### Reglamento

Este reglamento es de observancia obligatoria para cualquier persona que ingrese, visite y realice práctica en el laboratorio.

1. Todo usuario de laboratorio debe conocer y aplicar el presente reglamento.
2. Es responsabilidad del Encargado de Laboratorio vigilar que el *Reglamento del Laboratorio de Dinámica* se aplique de manera correcta.
3. Se define como usuario del laboratorio de dinámica:
  - a) Los alumnos de CITEC Unidad Valle de las Palmas, cuyo semestre incluya materias que requieran llevar a cabo prácticas de laboratorio.
  - b) Los docentes de CITEC que requieran el uso del laboratorio desarrollar su trabajo o de apoyo didáctico.
  - c) El Personal Administrativo y de servicios que labore en CITEC y se encuentre en algún curso de capacitación que se relacione con el laboratorio de química.
4. Todo alumno que ingrese al laboratorio deberá portar correctamente su equipo de protección personal (EPP), según el nivel de protección requerido para la actividad a desarrollar. El EPP básico para el laboratorio de dinámica se define por:
  - a) Usar bata de laboratorio manga larga, abotonada, pantalón al tobillo y/o falda (En caso de traer falda el largo de la bata de laboratorio será debajo de la rodilla).
  - b) El uso de zapato cerrado, con suela antiderrapante y de material sólido, tacón máximo de 6 cm de altura y evitar portar objetos o prendas que cuelguen y puedan provocar incidentes y accidentes).
  - c) El usuario deberá portar el cabello recogido en todo momento.
5. Queda estrictamente prohibido fumar e introducir alimentos y bebidas al laboratorio.
6. Usar adecuadamente las instalaciones y equipo de acuerdo a la función y capacidades para las que fueron creadas, de acuerdo a su manual de operación.
7. Antes de iniciar la práctica debe comprender perfectamente las instrucciones para realizar la actividad.

8. Reportar incidentes o accidentes por leve que sean con o sin lesión, condiciones inseguras y equipo dañado al personal de laboratorio o al responsable del laboratorio.
9. Verificar si el área donde se realizará la práctica y el equipo a utilizar, se encuentran en condiciones óptimas de orden y limpieza para su utilización, de no ser así repórtelo con la persona responsable.
10. Mantener sus pertenencias fuera del área de trabajo o en espacios asignados por el profesor del laboratorio.
11. Mantener limpia, ordenada y/o saneada su área de trabajo, antes y después de realizar la actividad.
12. No trate de atender un accidente o contingencia para lo cual no ha sido capacitado.
13. En simulacros o contingencias obedecer las disposiciones de seguridad indicadas por el profesor, coordinador o responsable del evento.
14. Las prácticas deben de realizarse siempre bajo supervisión del profesor y/o con la autorización del responsable del taller o laboratorio.
15. Queda estrictamente prohibido realizar cualquier tipo de actividad ajena al taller o laboratorio.
16. Si algún material o máquina es dañada tendrá que reportarlo inmediatamente al profesor o persona responsable del taller o laboratorio.
17. Al finalizar la práctica el alumno deberá dejar limpia y ordenada el área de trabajo.
18. Se designará un responsable de equipo quien debe solicitar mediante vale de préstamo (previamente llenado) el material y equipo al encargado del laboratorio.
19. El alumno es responsable del funcionamiento y conservación del material. El material y equipo dañado debe reponerse por uno de iguales características (capacidad, modelo, marca).
20. El responsable de la sesión o actividad que se realice, debe supervisar el desarrollo de la misma.
21. Respetar las condiciones de seguridad y funcionalidad del laboratorio.
22. Respetar horarios de actividades y en caso de no terminar la actividad en su horario, solicitar autorización de acceso al responsable.
23. Prohibido el uso de celulares y cualquier otro sistema de comunicación móvil a excepción de que el docente a cargo o el responsable del taller lo permita y/o solicite.
24. No mover, sustraer, manipular o hacer uso indebido de equipo sin autorización, así como sistemas de cómputo y transmisión de datos.
25. Mantener las puertas y ventanas cerradas en caso de que la actividad a realizar así lo requiera.
26. Prohibido visitas no autorizadas. (Los responsables del laboratorio o dirección son los que autorizan las visitas y deben de advertir a los visitantes sobre los riesgos y medidas de seguridad del laboratorio).

27. El usuario debe de contar con material de limpieza de acuerdo a las actividades realizadas.
28. Al terminar la sesión de laboratorio, verificar que llaves de servicio de agua, gas y apagadores de energía eléctrica estén cerrados.
29. Al término de la sesión debe dejar limpio y ordenado material utilizado y área de trabajo
30. Prohibido introducir mascotas al laboratorio.
31. En caso de incumplimiento parcial o total a estos lineamientos, se harán acreedores a las sanciones correspondientes indicadas en la reglamentación universitaria o estipulada en el contrato colectivo de trabajo según corresponda.
32. Cualquier persona que incumpla con lo mencionado en el presente reglamento será acreedora a una sanción, la cual puede ser leve o grave.
  - a) Sanción leve se define como cualquier falta de disciplina, la cual se reprimirá con un reporte de laboratorio y son acumulables durante el semestre. Al obtener 3 sanciones leves la persona obtendrá automáticamente una sanción grave.
  - b) Sanción grave, se le otorgara a la persona que infrinja algún daño físico hacia sus maestros, compañeros, material, equipo y/o instalaciones. La cual será la suspensión parcial o total del laboratorio, durante el ciclo escolar.
  - c) Cualquier situación surgida en el laboratorio, no contemplada en este reglamento, será resuelta por el jefe de laboratorio, en ausencia de éste por el auxiliar de laboratorio o en su caso el coordinador de programa educativo; en caso de controversia o de que la gravedad del asunto por la dirección o consejo técnico de la escuela.

## Formato de préstamo

	<b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA</b> <b>CENTRO DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b> <b>VALLE LAS PALMAS</b>	AREA DE SELLO			
<b>Vale de Préstamo</b>					
Cantidad	Material	Código	Cantidad	Material	Código
Alumno:			Maestro:		
Matrícula:			Fecha:	Grupo:	
Tiempo de préstamo (Horas):			Materia :		
Política de préstamo: 1. La credencial de estudiante debe de ser vigente y legible (1er semestre credencial de elector). 2. El préstamo es individual e intransferible. El usuario es responsable de verificar el material al recibir y al entregar, cualquier daño debe ser cubierto por el usuario.					