
MANUAL DE USO

KIT RIEL DE AIRE, CARROS Y ACCESORIOS. 2,5 m.

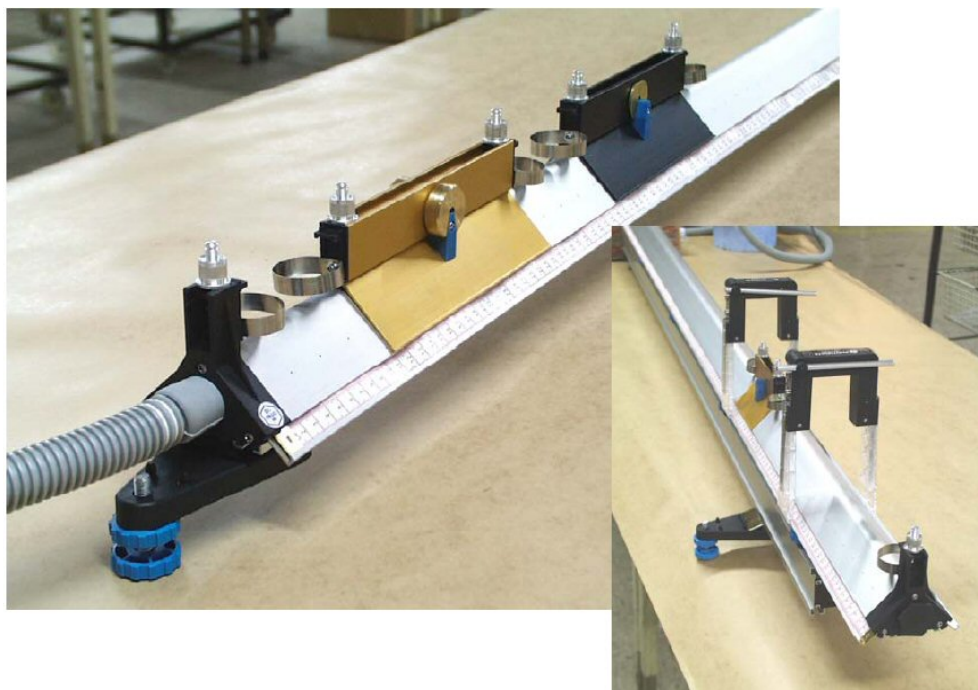
FMO00377

DESCRIPCIÓN: El Riel de Aire fabricado por IEC facilita el estudio de la mecánica, tanto cuantitativa y cualitativa, proporcionando un sistema casi libre de fricción en el cual se pueden realizar una gran cantidad de experimentos.

Consiste en un tubo triangular en 90° de 2,5m montado en tres patas ajustables para nivelar el riel. Los costados del riel tienen agujeros pequeños y el aire se inyecta al tubo con un ventilador. El aire pasa hacia fuera por los agujeros pequeños de los costados.

Utiliza carros de aluminio anodizado con un ángulo interno 90°, los cuales se colocan en el riel de aire y flotan en el aire que pasa por los agujeros. Resbalan hacia adelante y hacia atrás en el tubo con fricción casi cero. Los carros tienen resortes en los extremos para que, cuando chocan, reboten con pérdida de energía casi cero. Se pueden colocar varios pesos o accesorios en los carros para realizar diferentes experimentos. El movimiento de los carros se puede medir y estudiar para entender los principios fundamentales del movimiento, masa y dirección.

La fuente del aire para hacer funcionar el riel de aire de IEC es muy compacta y fácil de utilizar. Tiene una velocidad variable y su funcionamiento es muy silencioso. Se complementa con una cubierta externa de plumavit para reducir el ruido al mínimo, pero se puede utilizar sin esta cubierta también.



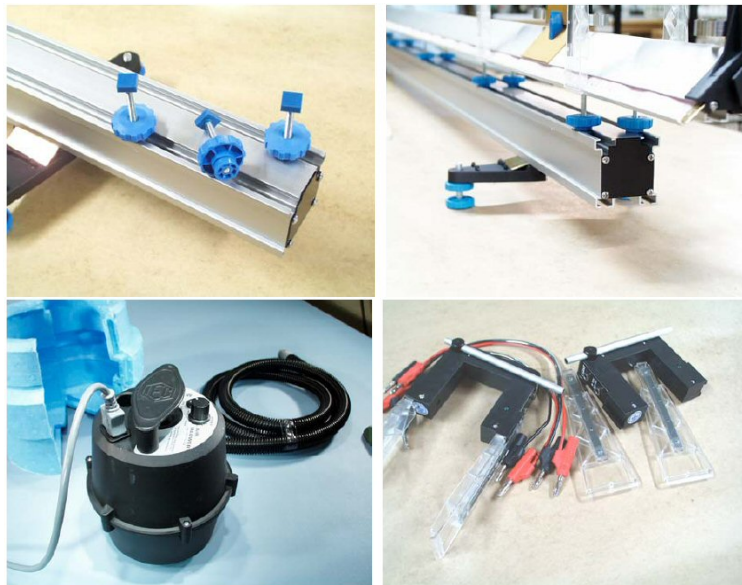
Tamaño: 2700x130x100mm Peso: 5.7 kilos

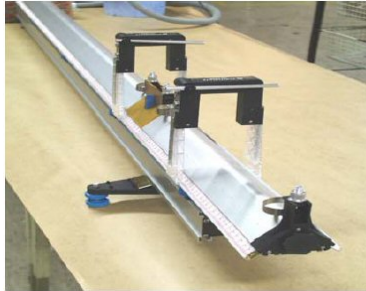
Accesorios



Opcionales:

- Fuente de Aire
- Sensores ópticos
- Timer digital
- Base secundaria
- Timer de cinta

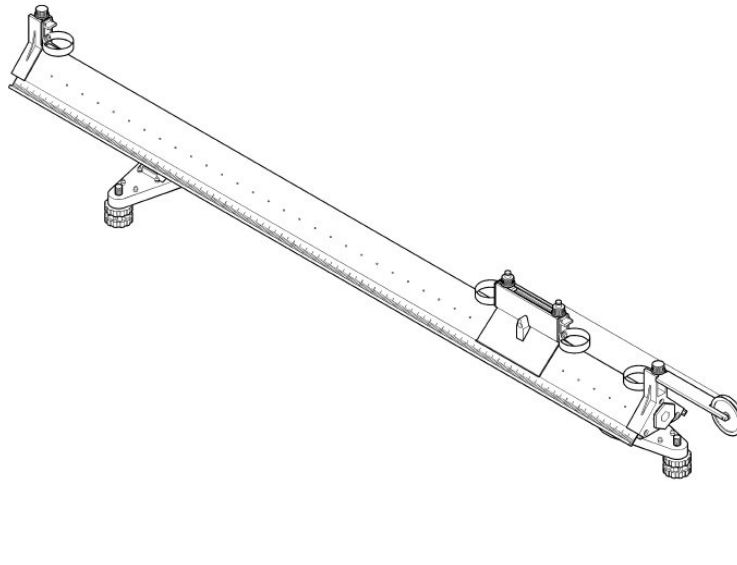




Various other IEC timers can be used



RIEL DE AIRE:



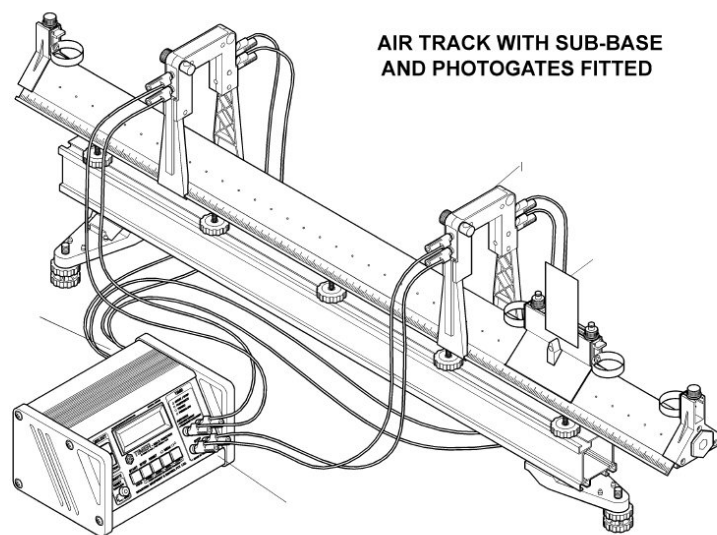
SENSORES ÓPTICOS: Los sensores se pueden utilizar en el riel con o sin una base secundaria.

Un Sensor Óptico es un dispositivo que emite un haz de luz en línea con un receptor sensible al haz. Un espacio entre ellos permite el paso de un objeto móvil el cual interrumpe el paso de luz. En el riel de aire, el Sensor Óptico se coloca directamente en el riel, o con soportes universales y permite el paso de los carros con una “bandera” pegada, a través del haz de luz.

Para medir y mostrar el tiempo entre dos “sensores interrumpidos”, debe conectar los sensores a un timer digital, según las indicaciones de la ilustración. En el modo “AutoMode” en el timer y seleccione el modo “Start/Stop” (véase las instrucciones del contador de tiempo). Cuando la bandera interrumpe el paso de luz del primer sensor el timer comienza y se detiene cuando pasa por el segundo sensor.

Para medir el tiempo que la bandera toma en pasar por cada sensor, conecte ambos sensores en paralelo para detener el tiempo. Seleccione “Automode” en el timer y presione el modo “Photogate”. Cuando la bandera pase a través del primer sensor, se desplegará el primer tiempo y el valor se guardará en la memoria. Cuando la bandera pase por el segundo sensor, se desplegará el segundo tiempo y se guardará en la memoria. En el modo “photogate”, cuando la bandera interrumpe el paso de luz el tiempo parte, cuando se restablece el paso de luz, el tiempo se detiene.

IEC tiene varios modelos de timers que pueden utilizarse con el riel de aire. Los timers LB4057-001 y LB4064-101 tienen 20 memorias para guardar medidas secuenciales como por ejemplo antes y después de colisiones o experimentos de movimiento armónico simple.



La ilustración muestra un riel de aire con sensores y timer digital.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PIEZAS DEL KIT

Cada bolsa con piezas tiene una etiqueta de identificación. Refiérase a ellas durante el ensamblaje de la Sub Base del Riel de Aire. También consulte los dibujos de este manual que muestra el ensamblaje del Riel de Aire.

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE PARA FIJAR LOS SOPORTES AL RIEL DE AIRE:

NOTA: Los soportes laterales ya vienen montados en un par con los pernos de montaje, las tuercas cuadradas, los pernos de ajuste y la abrazadera metálica. También, el soporte simple se fija con pernos de montaje, tuercas cuadradas y perno de ajuste.

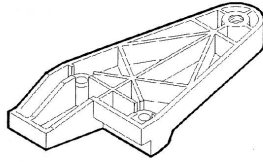
Coloque el riel de aire al revés. Tome los soportes montados “espalda con espalda” con la abrazadera metálica y los 4 pernos. Suelte las tuercas cuadradas y deslice el soporte por las rendijas del riel con las patas transversales al riel. Deslice el soporte a unos 300mm del extremo del riel y fije los pernos. (Vea ilustración).

Tome el tercer soporte y deslice las dos tuercas de aluminio a lo largo de las ranuras del lado opuesto al riel de manera que el soporte sobresalga del extremo del riel. Asegúrese que el soporte entre derecho por la rendija para que no quede desbalanceado. Fije los dos pernos. Coloque el riel en posición derecha sobre las tres patas ajustables.

Deslice las cintas métricas a cada costado del riel. Si la cinta es más larga que el riel, corte el trozo que sobre. Coloque las tapas plásticas en cada extremo del riel y conecte la manguera de la fuente de aire en el otro extremo del riel de aire. El aire se puede inyectar desde cualquier extremo pero normalmente se inyecta al extremo más cercano a los soportes transversales.

La fuente de aire está diseñada para suministrar suficiente aire para hacer flotar un carro cargado sobre el riel de aire. Para rieles de aire de 3,7 metros pueden requerirse dos fuentes de aire, uno conectado en cada extremo.

PA0130-006A
FOOT



PA0130-012A
FOOT ADJUSTMENT SCREW



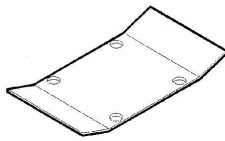
PA0130-040A
PLASTIC END PLUG



PA0130-012B
LOCK NUT



PA0130-009
BRACE FOR LATERAL FEET



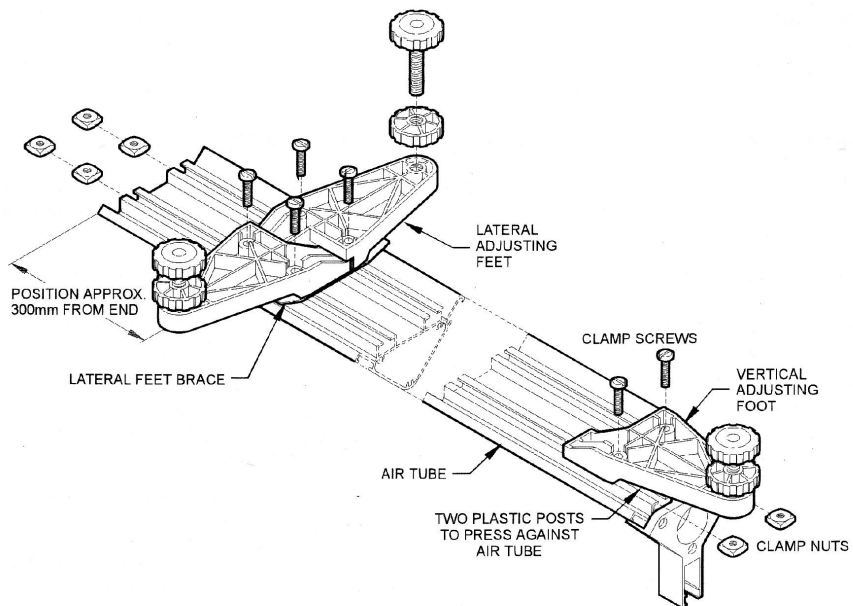
PA0130-022A
TAPE MEASURE



PA0130-028
SQUARE NUT
ALUMINIUM



PA0130-008A
FOOT SCREW



FIJANDO LOS RESORTES A LOS CARROS:

Tome el resorte de colisiones con la manilla plástica y perno ranurado y deslice la pestaña sosteniendo el perno hacia arriba en la columna del carro. A medida que fije el perno, mantenga sujeta la manilla firmemente contra el extremo del carro para asegurarse que el loop del resorte está en la posición correcta con respecto al carro.

EL SISTEMA DE CARROS IEC:

CARRO BÁSICO CORTO: equipado con dos resortes de colisiones y dos tornillos. El peso total del carro corto es muy cercano a los 100g.

CARRO BÁSICO LARGO: equipado con dos resortes de colisiones y dos tornillos. El peso total del carro corto es muy cercano a los 100g. Tiene una masa adosada en la columna del carro del carro largo para hacer un peso total muy cercano a los 200 g.

MASAS: Los carros tienen unos soportes especiales a cada lado para llevar masas ranuradas. Cada kit contiene masas de 4 x 50g, 4 x 25g y 4 x 10g. Una vez que se colocan las masas en los soportes, éstas no se mueven durante los experimentos.

IMANES: Cada imán que se coloca en un carro y se sujeta con el perno aumenta el peso del carro en 50 g. Normalmente se colocan estos imanes para balancear la distribución del peso.

FIJADORES DE LOS RESORTES: Estas manillas plásticas con pernos se usan para fijar los resortes y otros dispositivos en los extremos de los carros.

COLISIONES NO ELÁSTICAS: Un par de “Fijadores de resortes” tiene una cara con “velcro” autoadhesivo de manera que pueden generar colisiones no elásticas. También se entrega “velcro” de repuesto.

RESORTES EN LOOP: Estos tiras de resortes planos de acero están doblados en loops de unos 30 cm de diámetro y unido a las manillas de resortes por un perno y tuerca, suministrados. Cuando se une al carro, se pueden llevar a cabo experimentos de oscilaciones. El resorte en loop más pequeño de 15 cm de diámetro puede usarse para aplicar fuerzas conocidas para acelerar el carro.

RESORTES: Éstos tienen un gancho en cada extremo para conectar los carros uno con otro o en el extremo del final de carrera para estudiar el Movimiento Armónico Simple y otros experimentos. Se entregan resortes largos y cortos.

POLEAS: La polea se fija en el extremo final del riel y trae una cuerda para corregir el nivel con respecto al gancho del carro. Vea la ilustración de la página 3.

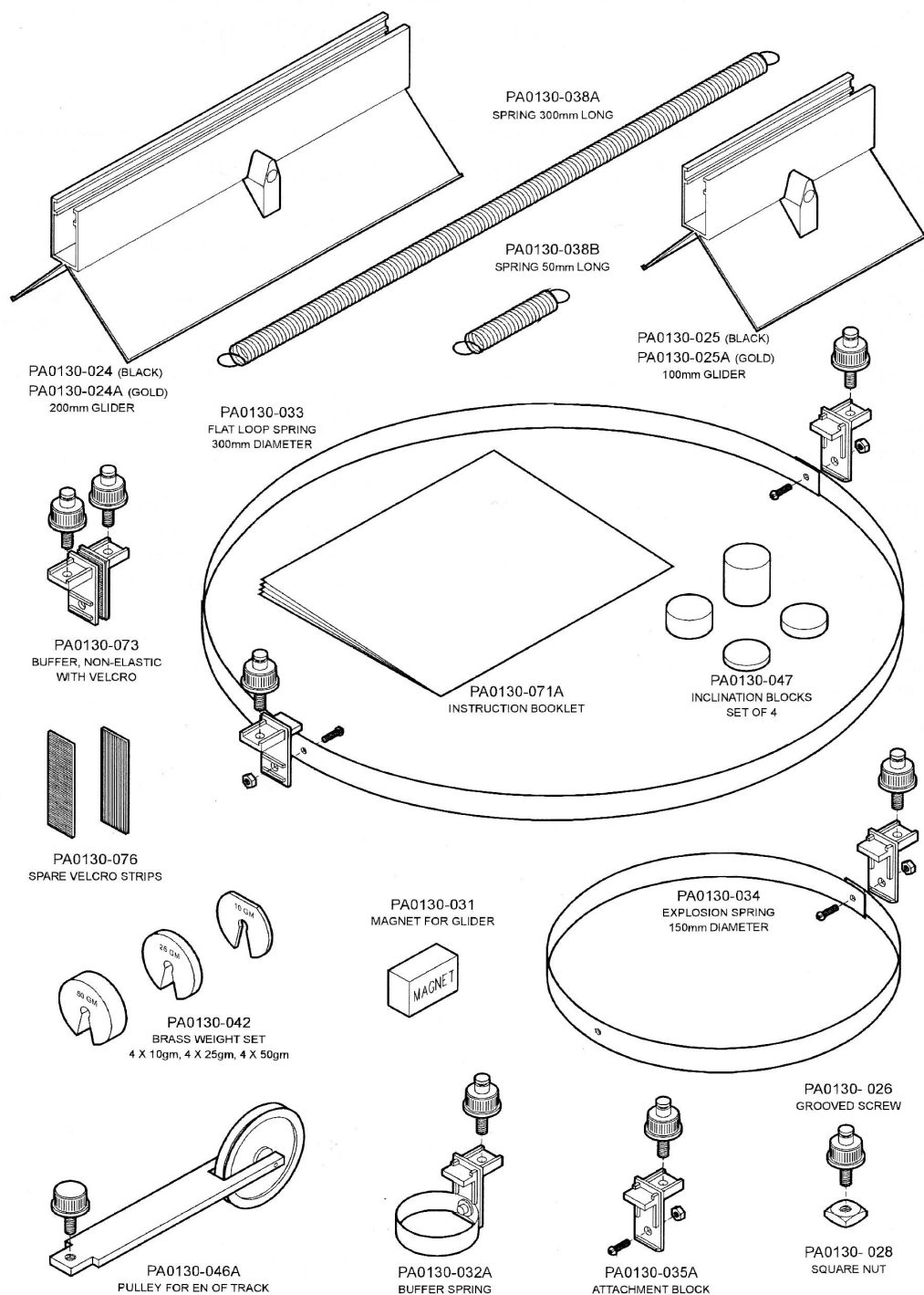
CUIDADOS DEL RIEL DE AIRE:

- Proteja el riel del polvo y mugre cubriéndolo con una tela u otro implemento protector. No deslice los carros sobre el riel cuando no se está inyectando aire.

- No deje que objetos pesados caigan sobre la superficie del riel. Puede causar daño en la suave superficie de deslizamiento.
- No ejerza una presión excesiva en los resortes pues puede dañarlos o distorsionarlos.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES:

- 1 Riel de Aire de 2,5m de largo.
- 2 Piezas plásticas para los extremos del riel
- 1 Conector para el riel (sella un extremo del riel).
- 1 Huincha de medir, 16 mm de ancho, se fija a lo largo del riel.
- 3 Soportes.
- 6 Pernos de montaje de soportes.
- 6 Tuercas cuadradas para soportes.
- 1 Abrazadera metálica para soporte lateral.
- 3 Pernos de ajuste de nivel.
- 3 Tuercas plásticas.
- 2 Carros de 200 mm de largo (1 negro y 1 dorado)
- 2 Carros de 100 mm de largo (1 negro y 1 dorado)
- 1 Polea con perno plano para el extremo del riel.
- 4 Pernos y tuercas para fijar piezas
- 12 Manillas para montaje de resortes, elásticos.
- 1 Manilla con velcro para colisión no elástica.
- 2 Imanes para carros. 50 g c/u.
- 5 Piezas de fijación.
- 2 Resortes de loop, 300mm de diámetro.
- 1 Resorte de loop, 150mm de diámetro.
- 2 Resortes de 300 mm de largo.
- 4 Resortes de 50mm de largo.
- 1 Set de masas para los carros: 4 x 50g, 4 x 25g y 4x10g.
- 1 Set de cuatro bloques para inclinación del riel.
- 2 Velcros de repuesto
- 1 Manual de Instrucciones.



Diseñado y fabricado en Australia, comercializado por INDAGA CIENCIAS.

EXPERIMENTOS RIEL DE AIRE

Configuración:

Conecte el Riel de Aire IEC a la Fuente de Aire y ajuste la cantidad de aire de manera tal que el carro corto flote suavemente. No use mucho más aire del requerido. Ajuste los soportes de manera que el riel quede nivelado y el carro no se mueva hacia ninguna dirección.

Coloque los sensores con los soportes universales en los extremos del riel. Revise que el carro pase debajo de los sensores pero no interrumpa el haz de luz.

Conecte los sensores a un Timer IEC. Algunos tienen energía para los sensores en su parte posterior. En caso contrario conecte los sensores a una Fuente de Poder de 12V AC o DC. Conecte los cables a los conectores de Start del Panel del Timer. Use la polaridad correcta.

Use el botón **FUNCIÓN** del timer para seleccionar el modo "Photo Gate". Este modo permite al timer partir cuando se interrumpe el haz de luz y detenerse cuando el haz se restablece. Si se repite, hasta 20 veces quedan guardados en la memoria del timer y se pueden desplegar. No es necesario resetear entre carreras.

Antes de la primera vez que se haga pasar el carro entre los sensores, siempre presione **STOP**, luego **RESET** del timer para llevar la pantalla a cero. El timer también va a revisar automáticamente las conexiones y se setea al modo de operación correcta.

Para limpiar las memorias de tiempos guardados de experimentos anteriores, presione el botón **CLEAR** hasta que escuche dos "bip". Luego pruebe los sensores interrumpiendo el haz de luz con sus dedos. El timer debe mostrar el tiempo en que el haz estuvo interrumpido, con incrementos de 0,1 milisegundos. Esta lectura se desplegará y será guardado en la memoria. Todas las lecturas posteriores se guardarán también en la memoria, desplegando en pantalla la última lectura.

USANDO BANDERAS PEGADAS A UN COSTADO DEL CARRO:

Para medir los tiempos que toman los carros para pasar a través de los sensores, debe pegar un trozo de cartón rígido oscuro, de manera que este cartón interrumpa el haz de luz del sensor.

Cuando use carros con banderas pegadas, **SIEMPRE** coloque la bandera en el lado más lejano de la fuente de luz y más cercano al sensor. Esto le entregará una interrupción del haz de luz más preciso y una mejor medición del tiempo.

NOTA: Para resultados más precisos, por favor lea la siguiente nota:

Debido a pequeños errores al momento de cortar el cartón para las banderas y la sensibilidad del sensor es muy importante chequear la distancia exacta de viaje del carro entre la partida y detención del sensor. El cartón se puede cortar de 100mm exactos, pero la distancia real recorrida por el carro para iniciar y detener el timer puede ser ligeramente diferente. Revise lo siguiente:

Deslice muy lentamente el carro a través del sensor, en el instante preciso en que el timer se inicie (observe la luz que monitorea el haz de luz), use un lápiz de punta muy fina para marcar el riel con una línea fina exactamente a nivel con el extremo del carro. Luego continúe pasando el carro por el sensor y marque nuevamente el riel en el instante preciso en que la luz de monitoreo del haz se encienda. La distancia entre estas líneas es la distancia “**efectiva**” de la bandera. Debiera ser cercana al largo de la bandera, pero anote esta dimensión exacta en la bandera para referencias futuras cuando use esta bandera.

EXPERIMENTOS:

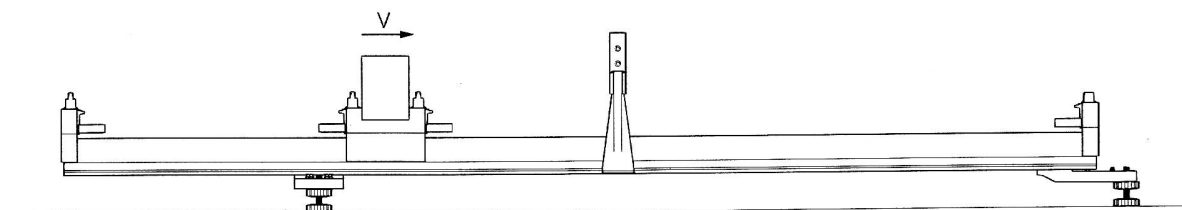
1. Midiendo la velocidad.
2. Velocidad promedio y velocidad instantánea.
3. Velocidad promedio en una distancia larga.
4. Medida de aceleración.
5. Medida de aceleración debido a la gravedad.
6. Aceleración de una masa constante por una fuerza variable.
7. Aceleración de una masa variable por una fuerza constante.
8. Momentum en colisiones no elásticas.
9. Energía en colisiones no elásticas.
10. Momentum en colisiones elásticas.
11. Energía en colisiones elásticas.
12. Conversión de energía potencial gravitacional en energía cinética.

EXPERIMENTO N°1

1. Midiendo la velocidad.

Configuración:

Se debe ajustar el riel de aire a un nivel tal que el carro no se mueva en ninguna dirección.



Metodología:

Pegue un trozo de cartón negro de 100 mm de largo a un lado del carro corto de manera tal que el cartón interrumpa el haz de luz del sensor montado a lo largo del riel. Encienda la fuente de aire y deslice el carro a través del sensor. Observe el tiempo desplegado.

Como un pequeño experimento, vea si puede repetir la misma velocidad. Intente deslizarlo nuevamente a través del sensor a exactamente la misma velocidad para obtener exactamente el mismo tiempo. Intente varias veces para ver si puede obtener la misma velocidad exactamente.

Nota: Para un movimiento más preciso por favor lea la siguiente nota:

Debido a pequeños errores al momento de cortar el cartón para las banderas y la sensibilidad del sensor es muy importante chequear la distancia exacta de viaje del carro entre la partida y detención del sensor. El cartón se puede cortar de 100mm exactos, pero la distancia real recorrida por el carro para iniciar y detener el timer puede ser ligeramente diferente. Revise lo siguiente:

Deslice muy lentamente el carro a través del sensor, en el instante preciso en que el timer se inicie (observe la luz que monitorea el haz de luz), use un lápiz de punta muy fina para marcar el riel con una línea fina exactamente a nivel con el extremo del carro. Luego continúe pasando el carro por el sensor y marque nuevamente el riel en el instante preciso en que la luz de monitoreo del haz se encienda. La distancia entre estas líneas es la distancia “efectiva” de la bandera. Debiera ser cercana al largo de la bandera, pero anote esta dimensión exacta en la bandera para referencias futuras cuando use esta bandera.

Análisis:

Todas las lecturas se guardan en la memoria del timer (hasta 20). Presione la flecha hacia debajo del botón MEM para recuperar las lecturas. Uno por uno, vea todas las lecturas. Si algunas son erróneas, debe borrarlas de la memoria. Para borrar una lectura de un set, presione el botón de nombre **PURGE** y manténgalo presionado por un

corto período de tiempo hasta que escuche dos “bips”. Las lecturas seleccionadas se borran del conjunto de lecturas. Todas las lecturas restantes son las que midieron el tiempo cuando el carro pasó válidamente por el sensor.

Vuelva a la primera lectura cuando pasó el carro por primera vez por el sensor. Anote esta lectura.

La Velocidad es: Distancia recorrida / Tiempo

La distancia recorrida es 100mm (o la distancia “**efectiva**” de su bandera de cartón). El tiempo es la lectura mostrada en el timer en segundos para cada vez que el carro pasó a través del sensor.

Divida la distancia efectiva en milímetros por el tiempo en segundos y Ud. Obtiene la velocidad de movimiento del carro en mm por segundo.

Divida la distancia efectiva de la bandera por el tiempo promedio en segundos (presione el botón **Average** del time hasta que escuche dos “bips” para ver el promedio de todos los tiempos) que obtiene del timer y va a tener la velocidad promedio de todos los lanzamientos.

Realice este experimento nuevamente usando el carro largo con una bandera de cartón de 200mm.

EXPERIMENTOS FUTUROS:

Ahora corte una bandera de 10mm de ancho y chequee su distancia “efectiva”. Pegue la bandera original de 100mm desplazada y pegue la bandera de 10mm detrás de manera tal que ambas banderas pasen por el sensor una después de otra. Deje unos 5 mm entre una y otra.

Presione el botón **Clear** hasta que escuche los bips para limpiar la memoria del timer. Repita el paso del carro una vez, suavemente por el sensor.

Usando el botón de flechas del timer anote los tiempos de la primera y segunda bandera. El tiempo para la bandera de 100mm debiera ser 10 veces el valor del tiempo de la bandera de 10mm (o la razón de radios efectivos). Calcule la velocidad como se detalló anteriormente. Dado que la velocidad del carro es constante, las velocidades medidas por las diferentes banderas es la misma.

EXPERIMENTO N°2

2. Velocidad promedio y velocidad instantánea.

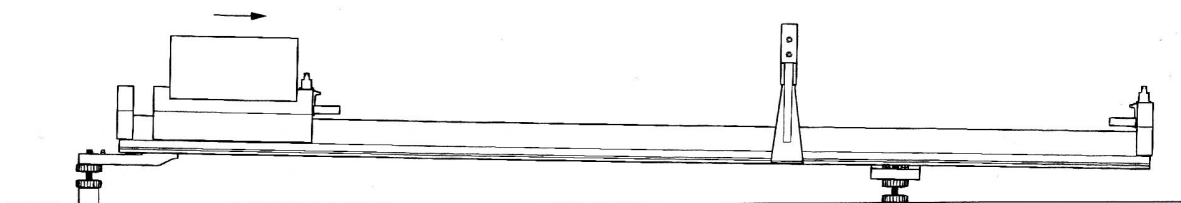
La velocidad instantánea es la velocidad tomada en una distancia infinitamente corta. La velocidad promedio se calcula del tiempo sobre una distancia larga.

Si la velocidad del carro cambia, la medida tomada en el experimento 1 usando la bandera de 100mm va a ser la velocidad promedio en 100 mm de distancia. La bandera de 10mm va a entregar la velocidad promedio sobre una distancia mucho más corta.

Si la bandera es de 3mm, la velocidad es casi la velocidad instantánea porque es el promedio sobre una distancia muy corta.

Configuración

Levante el riel por un extremo y coloque uno de los bloques de inclinación suministrados bajo el soporte. Use el bloque de 20mm de alto. Los bloques del kit están marcados con su altura. El riel tiene ahora una inclinación y la gravedad va a causar que el carro se mueva hacia abajo por el riel.



Metodología

Esta vez, use el carro de 200mm de largo y una bandera de cartón de 200 mm de largo. Repita el experimento 1 sosteniendo el carro en un extremo del riel y soltándolo suavemente de manera tal que se deslice por sí solo hacia abajo del riel. Antes de soltar el carro, tenga el cuidado de no comprimir los resortes o de entregar cualquier otra fuerza inicial al carro. Para asegurarse de esto, es mejor quitar los resortes del extremo del riel y del carro en el punto de partida.

Análisis:

Mida la velocidad promedio del carro a través del sensor a través del sensor usando el carro con la bandera ancha de 200mm (chequee el largo efectivo de la bandera). Repita el movimiento dos veces más, usando el botón promedio (average) registre las tres lecturas.

Retire la bandera de 200mm y reemplácela por la bandera de 10mm colocada en el punto medio del carro. Suelte el carro exactamente de la misma forma y registre el promedio de las tres lecturas.

Coloque ahora la bandera de 10mm alineada con el extremo frontal del carro y repita para obtener el promedio de tres lecturas.

Coloque ahora la bandera de 10mm alineada con el extremo posterior del carro y repita para obtener el promedio de tres lecturas.

- ¿Qué notó de las lecturas?
- ¿Probaron las lecturas que la velocidad aumenta a medida que el carro avanza?
- Para conocer un valor preciso de velocidad del frente del carro que pasa por el sensor, ¿cuál bandera usarías y dónde la pegarías?

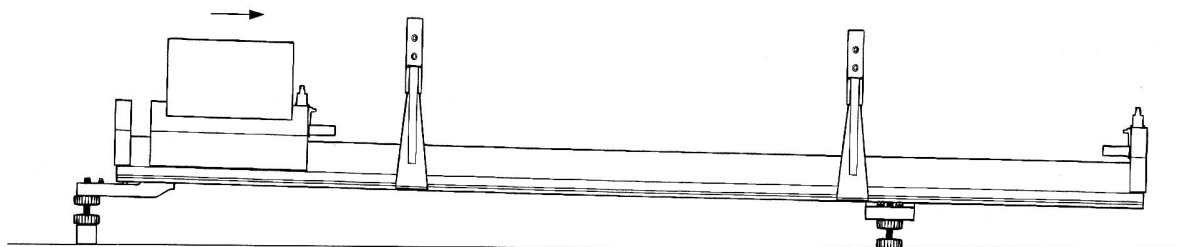
EXPERIMENTO N°3

3. Velocidad promedio en una distancia larga.

Configuración:

Usando la misma configuración del experimento 2 con el riel inclinado, pero ahora coloque dos sensores, separados por unos 800mm a lo largo del riel.

Use los dos cables con conectores banana de 4mm para obtener energía del primer sensor. Use dos cables adicionales para conectar la señal del sensor a la conexión **STOP** del timer.



Metodología:

Use el botón **Función** del timer para seleccionar el modo **Start/Stop**. Esto significa que el extremo frontal de la bandera que entre al primer sensor va a iniciar el timer y el mismo extremo frontal de la bandera que entre al segundo sensor va a detener al timer.

Presione **STOP** y **RESET** para poner la pantalla en cero y seleccione el modo.

Use cualquier bandera pegada a un costado del carro y comenzando con el carro en el punto más alto del riel, suéltelo con cuidado sin agregar fuerzas adicionales y permita que el carro pase por los dos sensores.

Deténgalo antes que rebote y vuelva a pasar por el segundo sensor.

Como el frente de la bandera, al pasar por el primer sensor, hace que el timer comience y el mismo frente, al pasar por el segundo sensor, hace que el timer se detenga, el timer va a mostrar el tiempo que se tomó el carro entre ambas interrupciones.

ANÁLISIS:

Usando la regla a lo largo del riel de aire, mida la distancia entre los centros de los dos sensores.

Divida la distancia en milímetros por el tiempo tomado en segundos y calcule la velocidad promedio del carro entre los dos sensores en mm/s.

¿Por qué la medida de velocidad promedio es útil?

UN EJEMPLO DE DOS TIPOS DE VELOCIDAD MEDIDAS:

Si tomas un viaje largo en auto, el auto parte y se detiene y cambia su rapidez a lo largo del camino. Tomando en cuenta la distancia viajada y el tiempo usado se puede calcular la velocidad promedio del viaje. Se necesita para que puedas conocer cuánto tiempo toma un viaje en auto.

Si un policía te detiene por exceso de velocidad, a él le interesa sólo tu “velocidad instantánea” en el momento en que el radar tomó la velocidad. El tacómetro del auto te dice la velocidad instantánea del auto en ese momento.

Es muy útil poder medir ambas velocidades, tanto la instantánea como la promedio.

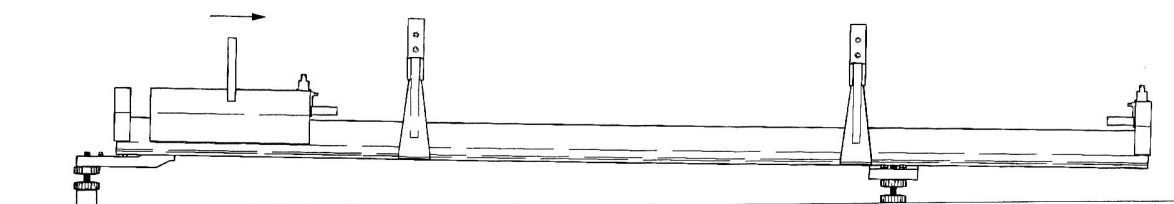
EXPERIMENTO N°4

4. Medida de aceleración.

La aceleración es el cambio de la velocidad en el tiempo: V/t . La Desaceleración es $-V/t$

Configuración:

Use la misma configuración del experimento 3 con el Riel de Aire inclinado. Deje los dos sensores fijos en el riel a unos 800mm de separación.



Método:

Pegue una bandera de 10mm de ancho a un lado del carro. Asegúrese que el carro está sobre el riel de manera que la bandera está alejada del emisor del haz de luz y más cercano al receptor del sensor. Si es necesario revise el largo "efectivo" de la bandera.

Al principio, use la el botón de **función** del timer para seleccionar el modo **Start/Stop** y conecte el primer sensor a los conectores de **Start** y el segundo sensor a los conectores de **Stop**. Presione **Stop** y luego **Reset** para limpiar la pantalla y seleccionar el modo. Limpie la memoria del timer presionando el botón **Clear** hasta que escuche dos "bips". Cuidadosamente suelte el carro de manera que pueda medir el tiempo total que toma el carro pasar de un sensor a otro.

Repita el proceso tres veces y presione el botón "**average**" hasta que escuche dos "bips" para visualizar y registrar el tiempo promedio de las mediciones.

Una vez que se tiene este valor, se deben cambiar las conexiones del timer.

Conecte las señales de los dos sensores a la misma conexión de **Start**. Coloque las conexiones del cable del segundo sensor sobre las otras conexiones.

Use el botón **función** del timer para seleccionar el modo **Photogate**. En esta configuración, el primer sensor va a iniciar y detener el timer mientras la bandera cubra el haz de luz y el segundo sensor también va a iniciar y detener el timer. Ambas medidas se guardan en la memoria y se muestra la segunda lectura.

Anote la lectura del timer y usando el botón de recuperación de memoria (flecha hacia abajo), anote el valor de tiempo guardado. Si el carro se mueve lo suficientemente lento, es posible que alcance a tomar el valor del primer

tiempo mientras realiza el experimento, antes de que el carro interrumpa el haz del segundo sensor. Esto evita que use la función de recuperación de los valores de memoria.

Repita el experimento dos a tres veces y promedio los valores del primer sensor y del segundo sensor.

Análisis:

Calcule ambas velocidades y réstelas para conocer el cambio en la velocidad.

Tome el tiempo promedio del carro para pasar entre dos sensores.

Divida el cambio de velocidad por el tiempo entre los dos sensores para conocer la aceleración promedio en mm/s^2 .

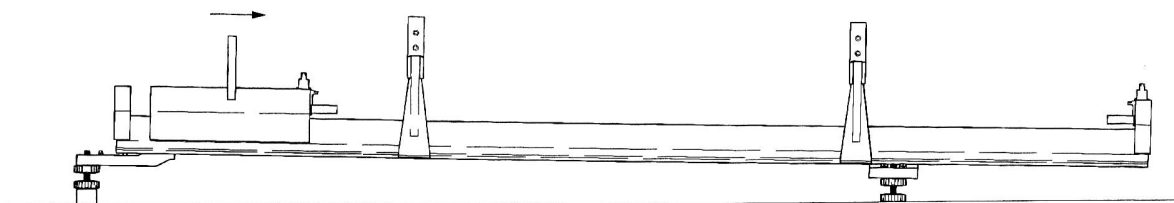
EXPERIMENTO N°5

5. Medida de aceleración debido a la gravedad.

Configuración:

Esta configuración es exactamente igual al del experimento anterior. Aumente la cantidad de aire de manera que el carro más pesado flote sobre el riel sin rozar.

Se cambiará el ángulo de inclinación del riel y el carro va a cambiar su masa para diferentes medidas de aceleración. La fuerza debido a la gravedad que actúa sobre el carro se va a calcular usando vectores.



Método:

La aceleración en el Riel de Aire debe seguir las leyes de movimiento de Newton y gravedad.

Prepare varios carros largos y cortos con masas extras. Unos 100g, 150g, 200g y 300g. **Chequee la masa de cada carro sobre una balanza.** Con el riel inclinado, coloque un carro detrás de otro y revise si alguno alcanza al otro en el riel. Chequee por ejemplo 100g sobre 200g y 150g sobre 300g.

Repita el experimento 4 para medir la aceleración promedio de carros de diferentes masas.

Cambie el ángulo del Riel de Aire para disminuir a la mitad o duplicar el ángulo actual.

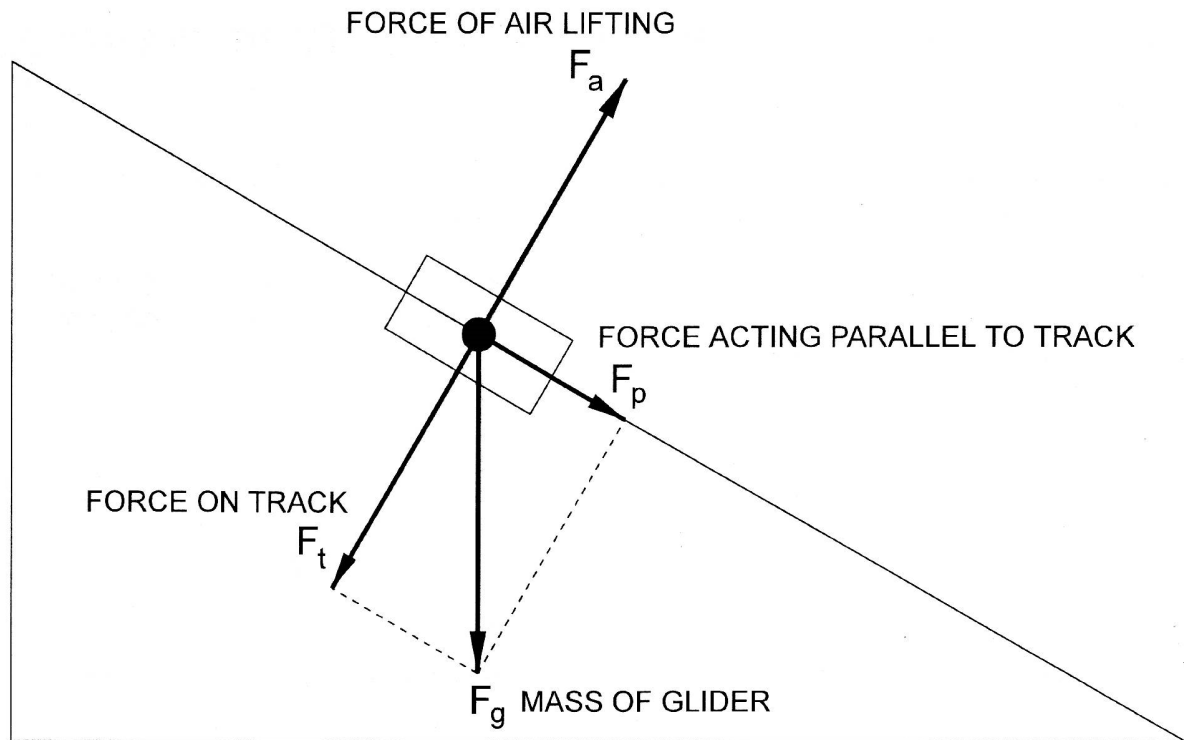
Chequee la aceleración promedio nuevamente con varios carros de diferentes masas.

Mida la altura exacta (h) de los bloques de inclinación (el grosor está marcado en cada block) y la distancia (d) entre los pies del Riel de Aire para determinar el ángulo exacto de inclinación. **$\text{Seno del ángulo} = h/d$ (lado opuesto sobre hipotenusa).**

Análisis:

- ¿Qué notaste cuando intentaste hacer correr los carros de diferentes masas sobre el riel de aire con diferentes inclinaciones?
- ¿Significa esto que existe un fenómeno “constante” que actúa sobre todos los carros de diferentes masas?

Calcule la inclinación del ángulo usando seno del ángulo = h/d . Luego usando vectores y el valor de varios ángulos de inclinación para determinar qué proporción de fuerzas debido a la gravedad actúa sobre los carros. Luego puedes determinar cuánto del peso del carro se empujado hacia abajo del riel inclinado.



Del diagrama superior, la fuerza de empuje F_a iguala y cancela la fuerza de la normal del riel F_t . Las fuerzas remanentes son la acción de la gravedad vertical F_g y la paralela a la inclinación del riel F_p .

Conociendo la fuerza de gravedad que actúa a lo largo del riel y conociendo la masa del carro, use la fórmula $F = ma$ para determinar la aceleración esperada debido a la gravedad.

¿Se acercan las medidas tomadas a la aceleración teórica producto de la gravedad?

EXPERIMENTO N°6

6. Aceleración de una masa constante por una fuerza variable.

Configuración:

Esta configuración es la misma que la del experimento 3 usando dos sensores, **PERO** esta vez el riel de aire debe tener el mismo nivel de manera tal que los carros no se muevan hacia adelante o hacia atrás.

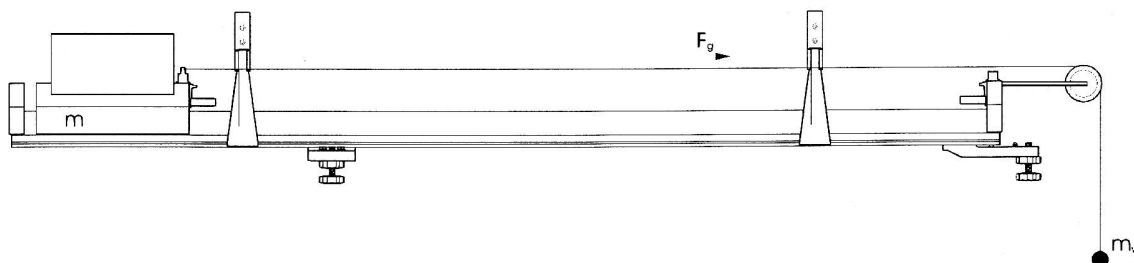
En un extremo del riel, fije la polea plástica deslizando la tira plástica que sostiene la polea en la ranura del extremo del riel de aire. Apriete el perno plano para fijar la tira en este lugar.

Tome el carro largo de 200mm con sus resortes y agregue 100g de masa para hacer una masa total de 300 g. **Chequee la masa exacta sobre una balanza.** Pegue una bandera de 100mm a un costado del carro y revise la distancia efectiva del carro en movimiento que activa y desactiva el sensor.

Tome un trozo de cordel delgado y amárrelo a un extremo. Coloque el carro sobre el riel y ajuste el flujo de aire de manera que el carro flote libremente.

Pase el cordel por la rendija sobre los resortes a través del perno ranurado.

Coloque el riel de aire de manera que la polea sobresalga del extremo de la mesa. Coloque el cordel sobre la polea y amarre una masa de 10g al cordel. Corte el cordel del largo adecuado de manera que cuando suelte la masa para que caiga sobre el piso, arrastre el carro por el riel a través de ambos sensores.



Método:

Use el botón **Function** para configurar el modo **Photogate** y conecte ambos sensores al la conexión **Start** como en los experimentos anteriores.

Presiones los botones **Stop** y luego **Reset** del timer para resetear la pantalla y configurar el modo seleccionado. Limpie la memoria del timer.

Sostenga el carro en un extremo del carro y la masa debiera estar en el punto más alto. Suelte el carro, el cual va a ser arrastrado pasando por ambos sensores por la masa que cae. No permita que el carro rebote.

Tome ambos tiempos del timer (el primer sensor va a estar guardado en la memoria). Anote ambos tiempos.

Repita este experimento unas tres veces para registrar el promedio de cada uno de los sensores.

Ahora, configure el modo **Start/Stop** del timer y coloque los conectores del segundo sensor en las conexiones **Stop** del timer. Presiones **Stop** y luego **Reset** para limpiar la pantalla y configurar el modo. Limpie la memoria del timer.

Usando el mismo carro de 300g y suelte el carro de la misma forma, midiendo el tiempo del carro entre sensores. Repite esto tres veces para tener un tiempo promedio entre dos sensores.

Ahora repita el experimento anterior usando una masa de 25 g en el cordel.

Documente sus resultados como sigue:

m = masa del carro

m_w = masa del peso que cae

t_1 = Tiempo del primer sensor

t_2 = Tiempo del segundo sensor

t_3 = Tiempo entre sensores

v_1 = velocidad promedio en el primer sensor

v_2 = velocidad promedio en el segundo sensor

a = aceleración promedio

F_g = fuerza aplicada por el carro por las masas que caen

m	m_w	t_1	T_2	t_3		v_1	v_2	a	F_g

Pruebe la fórmula **$F = ma$**

EXPERIMENTO N°7

7. Aceleración de una masa variable por una fuerza constante.

La configuración es la misma que en los experimentos anteriores que usan dos sensores. El riel de aire debe estar perfectamente nivelado de manera que el carro que flota no se mueva en ninguna dirección.

Esta configuración es la misma que la del experimento 3 usando dos sensores, **PERO** esta vez el riel de aire debe tener el mismo nivel de manera tal que los carros no se muevan hacia adelante o hacia atrás.

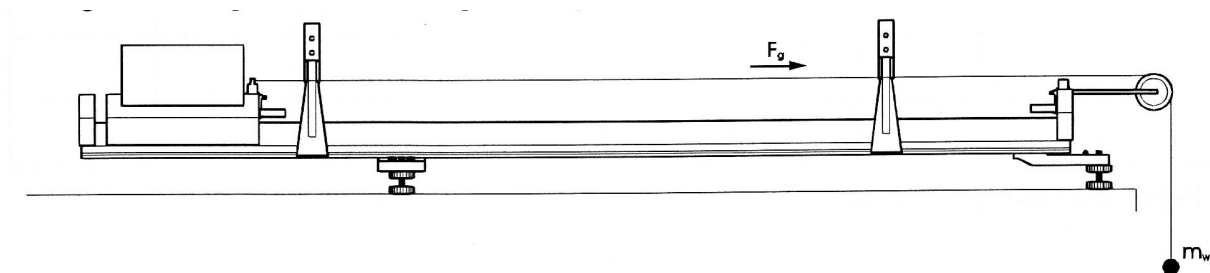
En un extremo del riel, fije la polea plástica deslizando la tira plástica que sostiene la polea en la ranura del extremo del riel de aire. Apriete el perno plano para fijar la tira en este lugar.

Tome el carro largo de 200mm con sus resortes y agregue 100g de masa para hacer una masa total de 300 g. **Chequee la masa exacta sobre una balanza.** Pegue una bandera de 100mm a un costado del carro y revise la distancia efectiva del carro en movimiento que activa y desactiva el sensor.

Tome un trozo de cordel delgado y amárrelo a un extremo. Coloque el carro sobre el riel y ajuste el flujo de aire de manera que el carro flote libremente.

Pase el cordel por la rendija sobre los resortes a través del perno ranurado.

Coloque el riel de aire de manera que la polea sobresalga del extremo de la mesa. Coloque el cordel sobre la polea y amarre una masa de 25g al cordel. Corte el cordel del largo adecuado de manera que cuando suelte la masa para que caiga sobre el piso, arrastre el carro por el riel a través de ambos sensores.



Método:

Use el botón **Function** para configurar el modo **Photogate** y conecte ambos sensores a la conexión **Start** como en los experimentos anteriores.

Presiones los botones **Stop** y luego **Reset** del timer para resetear la pantalla y configurar el modo seleccionado. Limpie la memoria del timer.

Sostenga el carro en un extremo del carro y la masa debiera estar en el punto más alto. Suelte el carro, el cual va a ser arrastrado pasando por ambos sensores por la masa que cae. No permita que el carro rebote.

Tome ambos tiempos del timer (el primer sensor va a estar guardado en la memoria). Anote ambos tiempos.

Repita este experimento unas tres veces para registrar el promedio de cada uno de los sensores.

Ahora, configure el modo **Start/Stop** del timer y coloque los conectores del segundo sensor en las conexiones **Stop** del timer. Presione **Stop** y luego **Reset** para limpiar la pantalla y configurar el modo. Limpie la memoria del timer.

Use el mismo carro y suelte el carro de la misma forma, midiendo el tiempo del carro entre sensores. Repita esto tres veces para tener un tiempo promedio entre dos sensores.

Ahora repita el experimento anterior usando la misma masa de 25 g en el cordel, pero agregue masas al carro.

Documente sus resultados como sigue:

m = masa del carro

m_w = masa del peso que cae

t_1 = Tiempo del primer sensor

t_2 = Tiempo del segundo sensor

t_3 = Tiempo entre sensores

v_1 = velocidad promedio en el primer sensor

v_2 = velocidad promedio en el segundo sensor

a = aceleración promedio

F_g = fuerza aplicada por el carro por las masas que caen

m	m_w	t_1	T_2	t_3		v_1	v_2	a	F_g

Pruebe la fórmula **$F = ma$**

EXPERIMENTO N°8

8. Momentum en colisiones no elásticas.

Configuración:

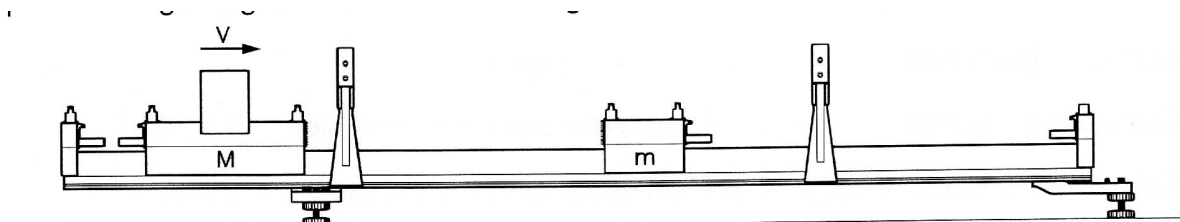
Configure el Riel de Aire nivelado de manera tal que el carro no se mueva hacia adelante o hacia atrás. Tome un carro largo, retire el resorte de uno de los extremos y coloque un “velcro” en su reemplazo. Cargue este carro con una masa extra de 100g. Tome un carro corto y fije el “velcro” par a un extremo dejando en el otro extremo el resorte. No lo cargue con masa extra. Pese ambos carros.

Configure dos sensores en el riel a una distancia de 500mm y coloque los conectores en la misma entrada **Start** del timer.

Use el botón **Function** para configurar el modo **Photogate** y conecte ambos sensores al la conexión **Start** como en los experimentos anteriores.

Presiones los botones **Stop** y luego **Reset** del timer para resetear la pantalla y configurar el modo seleccionado. Limpie la memoria del timer.

Pegue una bandera de 100mm al carro de 200mm. Si no lo ha hecho antes, chequee el largo efectivo de esta bandera. Coloque el carro de 200mm en un extremo del riel y coloque el carro más liviano entre los dos sensores con los velcros enfrentados.



Método:

Manualmente, comience el movimiento del carro pesado para que pase por el primer sensor para medir su velocidad promedio. Después de que choque y se pegue al segundo carro, medimos la nueva velocidad promedio a medida que el par de carros pasan por el segundo sensor. A medida que el carro más pesado se pega al carro más liviano, la masa aumentará y la velocidad va a disminuir.

Análisis

Digamos que M es la masa del carro más pesado y m es la masa del carro más liviano.

Sea V la velocidad del carro más pesado a través del primer sensor.

Sea v la velocidad de la masa combinada de ambos carros que pasan a través del segundo sensor.

Momentum inicial = $M \times V$ (masa inicial x velocidad inicial)

Momentum Final = $(M+m) \times v$ (masa total x velocidad final)

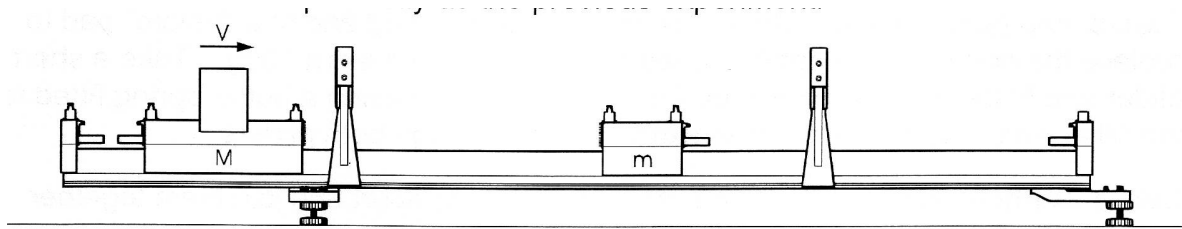
¿Se conserva el momentum?

EXPERIMENTO N°9

9. Energía en colisiones no elásticas.

Configuración:

La configuración es la misma que el experimento anterior.



Método:

Use el mismo método y use los mismos resultados y tabulaciones.

Análisis

Digamos que M es la masa del carro más pesado y m es la masa del carro más liviano.

Sea V_1 la velocidad inicial del primer carro.

Sea V_2 la velocidad inicial del segundo carro.

Sea V_b la velocidad final de ambos carros juntos.

Calcule la energía cinética del primer carro antes del choque: $\frac{1}{2} M V_1^2$

Calcule la energía cinética del primer carro después del choque: $\frac{1}{2} M V_b^2$

Calcule la energía cinética del segundo carro antes del choque: $\frac{1}{2} m V_2^2$

Calcule la energía cinética del segundo carro después del choque: $\frac{1}{2} m V_b^2$

Calcule la pérdida de energía cinética del primer carro después del choque: $\frac{1}{2} M (V_1^2 - V_b^2)$

Calcule la ganancia de energía cinética del segundo carro después del choque: $\frac{1}{2} m (V_2^2 + V_b^2)$

Recuerde que el segundo carro estaba quieto, es decir V_2 es cero.

¿Se conserva la energía cinética?

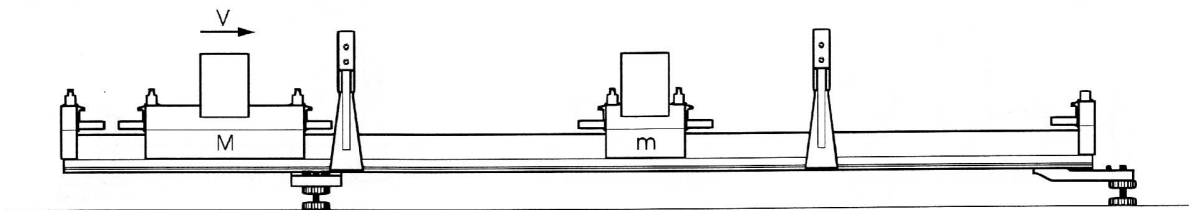
EXPERIMENTO N°10

10. Momentum en colisiones elásticas.

Configuración:

Repita la configuración del experimento 8, **PERO** esta vez retire el velcro de los extremos de los carros y replácelos por los resortes. También, use esta vez, una bandera de 100,, en el carro liviano.

Debido a que los carros van a rebotar rápidamente alejándose uno de otro, es útil practicar unas pocas veces para asegurarse que los carros vana a pasar por los sensores después que se ha separado uno de otro. También, después de la colisión, va a ser necesario detener rápidamente el carro o sacarlo del riel para evitar que rebote en un extremo y vuelva a pasar por un sensor.



Método:

El método es el mismo que en el experimento 8 y los resultados se pueden tabular de la misma forma. El tiempo a través del segundo sensor van a ser tiempos separados hechos por el carro más pequeño y el carro más grande. Los cálculos son los mismos del experimento 8 pero las dos masas y tiempos separados del segundo sensor se debe agregar al momentum total de ambos carros.

Este experimento se lleva a cabo con el segundo carro quieto, pero se puede repetir con el segundo carro moviéndose hacia el primer carro o alejándose de él antes de que ocurra el choque. Cuando ambos carros se mueven, debe ser muy cuidadoso con los tiempos de la colisión de manera tal que todas las velocidades iniciales y finales se miden para ambos carros.

Análisis:

El análisis es el mismo que en experimento 8.

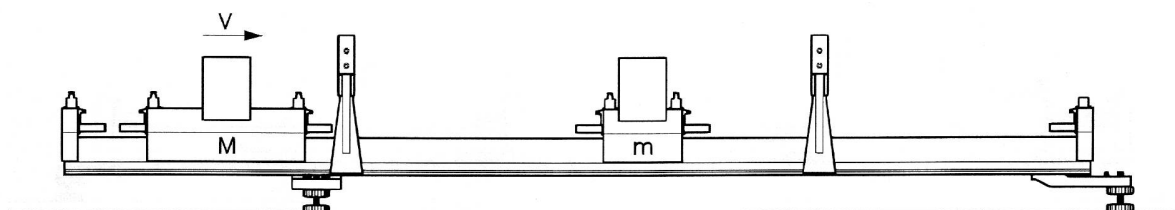
EXPERIMENTO N°11

11. Energía en colisiones elásticas.

Configuración:

Repita la misma configuración como en el experimento 9, PERO esta vez retire los velcros de los extremos de los carros y reemplácelos por los resortes. También, esta vez, pegue una bandera de 100mm al carro más liviano.

Debido a que los carros van a rebotar rápidamente alejándose uno de otro, es útil practicar unas pocas veces para asegurarse que los carros vana a pasar por los sensores después que se ha separado uno de otro. También, después de la colisión, va a ser necesario detener rápidamente el carro o sacarlo del riel para evitar que rebote en un extremo y vuelva a pasar por un sensor.



Método:

El método es el mismo que en el experimento 9 y los resultados se pueden tabular de la misma forma. El tiempo a través del segundo sensor van a ser tiempos separados hechos por el carro más pequeño y el carro más grande. Los cálculos son los mismos del experimento 9 pero las dos masas y tiempos separados del segundo sensor se debe agregar al momentum total de ambos carros.

Este experimento se lleva a cabo con el segundo carro quieto, pero se puede repetir con el segundo carro moviéndose hacia el primer carro o alejándose de él antes de que ocurra el choque. Cuando ambos carros se mueven, debe ser muy cuidadoso con los tiempos de la colisión de manera tal que todas las velocidades iniciales y finales se miden para ambos carros.

Análisis:

El análisis es el mismo que en experimento 9.

EXPERIMENTO N°12

12. Conversión de energía potencial gravitacional en energía cinética.

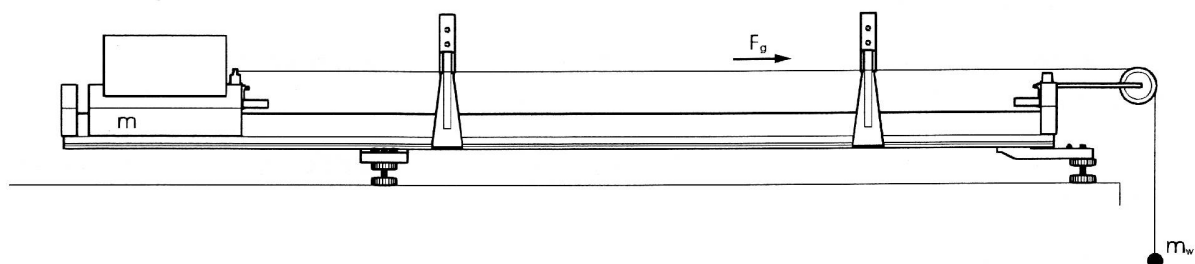
Configuración:

El Riel de Aire debe estar nivelado para este experimento y se coloca un sensor a unos 300 mm del extremo del riel.

Se fija la polea en un extremo del riel como en los experimentos 6 y 7 y se usa un cordel para unir la masa que cae al carro.

Se debe cortar el cordel de manera tal que la masa llegue al piso **ANTES** que la bandera del carro pase por el sensor.

La masa debe acelerar el carro desde cero y, cuando la masa llegue al suelo, el carro se va a seguir moviendo a una **velocidad constante**.



Método:

Usando una balanza, mida la masa del carro con la bandera de 100mm pegada a él. Si no lo ha hecho antes, mida el largo "efectivo" de la bandera de 100mm del carro largo.

Pase el cordel sobre el resorte del carro por la ranura del perno. Cuando se sostiene el carro en un extremo y la masa está en su punto más alto, mida cuidadosamente la distancia desde la masa al suelo. Esta es la distancia que la masa va a acelerar el carro antes de que éste se mueva a velocidad constante.

Haga una prueba para chequear que la masa llega al suelo antes de que el carro pase por el segundo sensor.

Use el botón **Function** para configurar el modo **Photogate** y conecte ambos sensores al la conexión **Start** como en los experimentos anteriores.

Presiones los botones **Stop** y luego **Reset** del timer para resetear la pantalla y configurar el modo seleccionado. Limpie la memoria del timer.

Suelte el carro y permita que la masa caiga y anote el tiempo que toma el carro en pasar por el sensor. Repita este experimento tres veces. Para obtener un tiempo promedio.

Análisis:

Calcule la velocidad del carro después que la masa ha terminado de actuar sobre él.

Calcule el cambio de energía potencial gravitacional de la masa que cae. Esto es: **masa x distancia caída x g**

Conociendo la masa del carro y la masa del peso y la velocidad final de las masas, calcule la energía cinética de la combinación del carro y la masa juntos.

¿Prueba este experimento la conservación de energía?

Explique dónde las pérdidas hacen que este experimento sea menos preciso. Por ejemplo, el roce en la polea, roce entre las partes móviles, etc.

EXPERIMENTOS ADICIONALES

Repita el experimento varias veces usando masas cada vez más pesadas de manera que la velocidad del carro y la masa sean mayores.

Después de calcular las energías, ¿la precisión es mejor o peor?

Trate de explicar por qué.