



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

**“DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE MECÁNICA UTILIZANDO EL
EQUIPO SMART TIMER”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA MECÁNICA**

**PRESENTA:
PEDRO VILLA GARCÍA**

ASESOR: M.I. RAMÓN OSORIO GALICIA

CUAUTILÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria.

A toda mi familia que ha estado conmigo, dándome el soporte y la ayuda que necesito en todo sentido y que sin duda contribuyeron a que se hiciera esto realidad, a mi asesor por ser quién me motivó y guió en todo este trabajo y a Dios, por conjuntar todo y darme el tiempo y las facultades para ver hoy este objetivo cumplido.

“La sabiduría y el dinero pueden protegerte, pero es mucho mejor lo que aprendes al ser sabio porque ese conocimiento te puede salvar la vida.”

Ecl. 7:12 PDT

ÍNDICE

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I - USO Y MANEJO DEL SMART TIMER	
I.I MODO TIEMPO	3
I.II MODO VELOCIDAD	5
I.III MODO ACELERACIÓN	7
I.IV MODO CONTEO	8
I.V MODO PRUEBA	9
CAPITULO II - DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES Y CARRO DE COLISIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS	
II.I SENSOR FOTOPUERTA	10
II.II SENSOR DE CAÍDA LIBRE (PAD RECEPTOR)	11
II.III CARRO DE COLISIÓN	12
CAPITULO - III PRÁCTICAS PROPUESTAS Y DESARROLLO	
III.I ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD	14
III.II SEGUNDA LEY DE NEWTON	20
III.III CONSERVACIÓN DE MOMENTO EN COLISIONES	26
III.IV ACELERACIÓN EN UN PLANO INCLINADO	31
III.V TIRO PARABÓLICO	36
CONCLUSIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	43

INTRODUCCIÓN

Para las asignaturas teórico – prácticas que se imparten en la carrera de ingeniería y otras de carácter científico experimental, es común al impartir la parte experimental enfrentarse con el problema de toma de mediciones al realizar los experimentos. En el laboratorio de Física de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se imparten entre otros laboratorios el de Mecánica (estática, cinemática y dinámica) en donde se trabaja frecuentemente con tiempo, velocidades y aceleraciones; se tienen prácticas diseñadas de tal forma que anteriormente se ocupaban dispositivos hechizos, cronómetros analógicos y digitales, los cuales se tienen que activar manualmente, dando como resultado que los valores obtenidos tuvieran cierto grado de error, al hacer un análisis para evitar estos errores, se toma la decisión de adquirir un dispositivo que fuera versátil y permitiera medir las variables antes mencionadas. Se seleccionó el dispositivo llamado Smart Timer que tiene la posibilidad de realizar las mediciones de tiempo, velocidad, aceleración, conteo y prueba, con este dispositivo se pretende mejorar las mediciones que se realizan en los experimentos del laboratorio de Física. Este dispositivo cuenta con diferentes sensores para la toma de medidas.

CAPITULO I

USO Y MANEJO DEL SMART TIMER

Al comenzar a utilizar el dispositivo Smart Timer (Fig. I.1) es importante conocer sus posibilidades de medición, para esto se puede observar que en la carátula tiene los diferentes modos de medida para tiempo, velocidad, aceleración, conteo y prueba. También cada modo cuenta con ciertas características según la medición que se requiera, por ejemplo en el modo Tiempo se puede medir con una puerta, con regleta (Fence), dos puertas, péndulo y cronómetro (Stopwatch).

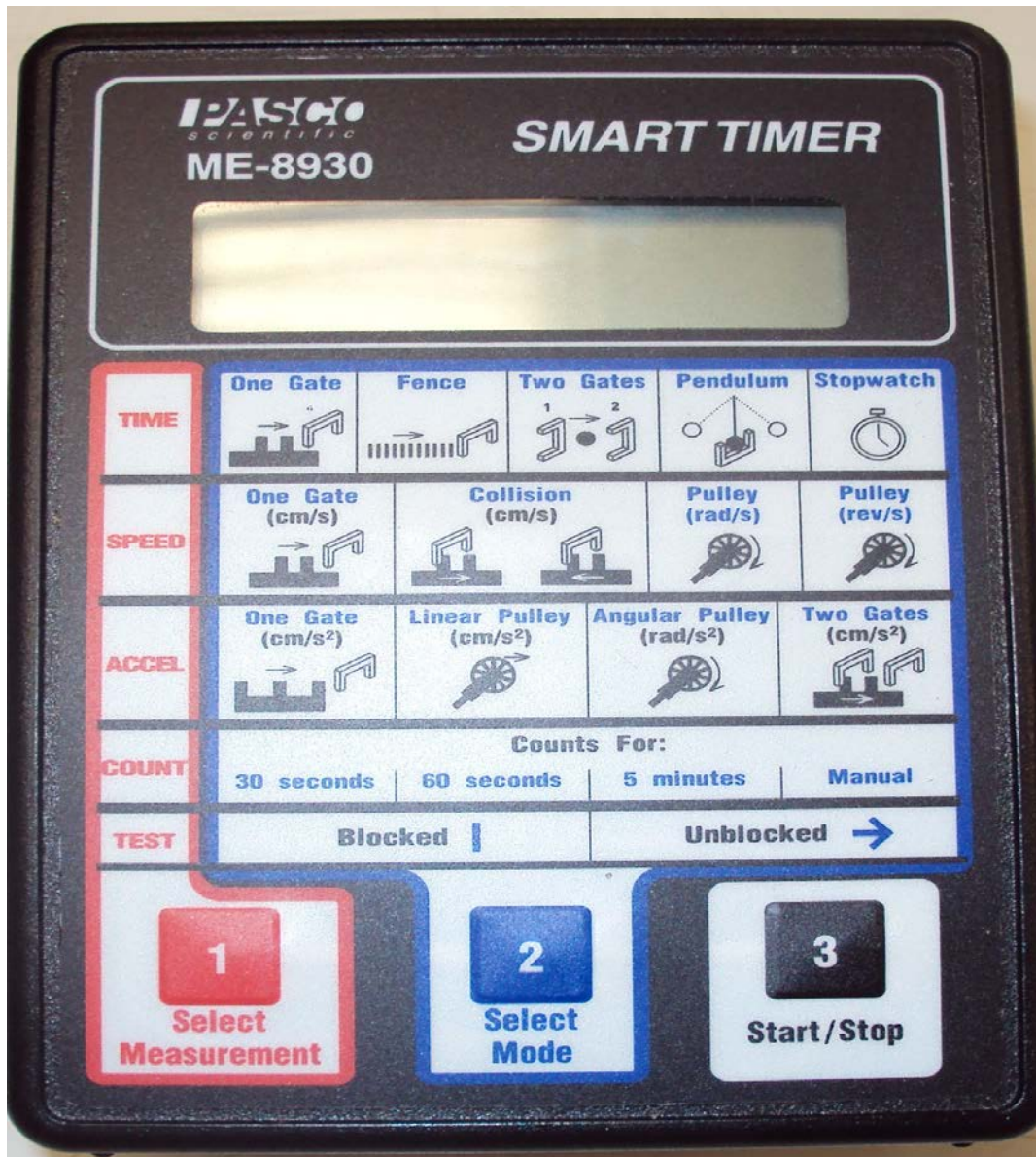


Figura I.1 Equipo Smart Timer

I.1 Modo Tiempo.

En la figura I.2, se muestran las opciones para el modo tiempo del Smart Timer.

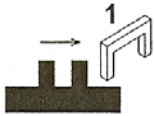
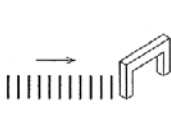
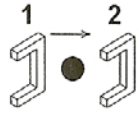
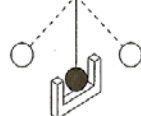

TIEMPO	Una Puerta	Regleta	Dos Puertas	Péndulo	Cronómetro
					
	<p>Use la medida de Tiempo para calcular la velocidad de un carro.</p>	<p>Use la medida de Tiempo para determinar la aceleración de un carro o la aceleración de la gravedad de una tarjeta Picket Fence</p>	<p>Use la medida de Tiempo para calcular la velocidad de lanzamiento de una bola.</p> <p>Operar el Accesorio de Tiempo de Vuelo (Time of Flight)</p>	<p>Medir el Periodo de Oscilación de un Péndulo</p>	<p>Medir ejecuciones de los estudiantes.</p> <p>Operar el Adaptador de Caída Libre y el Laser Switch</p>

Figura I.2 Modo Tiempo

Una Puerta: En este modo (One Gate), el tiempo comienza cuando el haz es bloqueado y continúa hasta que el haz es bloqueado de nuevo. Este modo se puede utilizar para medir la velocidad de un objeto a su paso por la fotopuerta. Si un objeto de longitud L bloquea la fotopuerta durante un tiempo t , la velocidad media de un objeto a su paso por la fotopuerta es L / t .

Con regleta: En el modo de regleta (Fence), el Smart Timer mide el tiempo entre las interrupciones sucesivas de la fotopuerta. El tiempo comienza cuando el haz es bloqueado y continúa hasta que el haz se desbloquea y luego es bloqueado de nuevo. El Smart Timer puede recordar diez interrupciones y permite al usuario desplazarse a través de los tiempos medidos utilizando las teclas de **Selección de Medición** (Select Measurement) o las de **Selección de Modo** (Select Mode). Al pulsar en una ocasión el botón **Start/Stop** permitirá seleccionar otro tipo de medida. Si se pulsa dos veces se inicia un nuevo modo de medición del modo de regleta (Fence). Una vez que la medición ha comenzado con un primer bloqueo de la fotopuerta, el Smart Timer seguirá la medición de tiempo; hasta diez interrupciones serán contadas antes de parar la medición y mostrar el resultado. Al presionar **Start/Stop** se detendrá la medición, y los tiempos registrados se mostrarán.

Dos puertas: En este modo, el Smart Timer mide el tiempo entre el bloqueo de dos fotopuertas. Este modo es útil no solo para las pistas de aire y las pistas dinámicas, sino también con el accesorio de tiempo de vuelo. En este modo, debe conectar la fotopuerta que espera encontrar primero en la entrada del canal 1, y la segunda fotopuerta en la entrada del canal 2.

Péndulo: En el Modo de Péndulo, el contador mide el período de una oscilación completa. El tiempo empieza en cuanto el péndulo bloquea el haz, el temporizador ignora la siguiente interrupción, que corresponde cuando el péndulo se balancea en la dirección

opuesta, el tiempo se detiene al inicio de la tercera interrupción, en cuanto el péndulo completa una oscilación. Pulse la tecla **Start/Stop** nuevamente para comenzar un nuevo ciclo.

Cronómetro (Stopwatch): El modo manual es realmente una función de doble uso. Ofrece un medio de cronometrar eventos de forma manual (como con un cronómetro) pulsando la tecla **Start/Stop**. También permite temporizar eventos usando el adaptador de caída libre y el switch de láser, que funcionan a través de una secuencia de Bloqueo/Desbloqueo

Uso del Cronómetro: Ingrese al modo de **Cronómetro** (Stopwatch) y presione la tecla **Start/Stop**. El Smart Timer emitirá un pitido y un "*" aparecerá en la segunda línea de la pantalla LCD. Pulse la tecla **Start/Stop** de nuevo para dar inicio al contador, pulse la tecla **Start/Stop** para detener el tiempo y mostrar el tiempo transcurrido, pulse la tecla **Start/Stop** de nuevo, el viejo resultado se borra y vuelve a aparecer el "*". Esta secuencia de restablecimiento-inicio-paro (RESET-START-STOP) se repite para cada nuevo tiempo transcurrido. Cada vez que el "*" no se muestra, el modo puede ser cambiado.

Utilizando la Función de Temporización Alternativa: Conecte un accesorio adecuado en el canal de entrada #1 o #2. Entre en el modo **Cronómetro** y pulse el botón **Start/Stop**. El Smart Timer emitirá un pitido y un "*" aparecerá en la segunda línea de la pantalla. En este momento el accesorio debe de estar encendido. Mediante el bloqueo y desbloqueo del haz en el caso del switch de láser, o al dejar caer la bola de acero en el caso del adaptador de caída libre, el tiempo transcurrido se medirá. El Smart Timer presentará una resolución de 100 microsegundos en el modo de temporización alternativo.

➤ **Notas sobre el Modo de Cronómetro:**

1. Aunque es posible utilizar regletas (Fence) de modelos anteriores en la función de cronómetro alternativo para que la fotopuerta se bloquee, el Smart Timer ofrece una precisión mucho mayor cuando se usa con las regletas incluidas (Fence) y los modos de temporización estándar.

2. Dos fotopuertas no pueden ser conectadas en el Smart Timer si se está utilizando una fotopuerta para iniciar y detener el cronómetro. Una sola fotopuerta puede ser conectada en el canal # 1 o # 2 para iniciar y parar el cronómetro. Pero si dos fotopuertas están conectadas, cuando una puerta se bloquea, la otra puerta de inmediato se cuenta como un desbloqueo, y el temporizador mostrará 0.0001 segundos, independientemente de la duración de tiempo de bloqueo de la primera fotopuerta.

3. No se puede iniciar el cronometraje con la tecla **Start/Stop** y finalizar con un bloqueo de la fotopuerta o viceversa.

4. Si una fotopuerta está conectada y bloqueada al intentar utilizar la tecla **Start/Stop** como un cronómetro, el Smart Timer estará cronometrando la fotopuerta y esperando a que la fotopuerta sea desbloqueada. Así que cuando presione la tecla **Start/Stop**, el asterisco desaparece y cuando presione la tecla **Start/Stop** de nuevo, el asterisco reaparece. Ningún tiempo se mostrará hasta que la fotopuerta sea desbloqueada.

I.II Modo Velocidad.

Para el modo velocidad se tienen cuatro opciones de medida tal y como se muestra en la figura I.3.

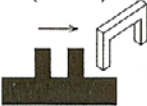



VELOCIDAD	<p>Una Puerta (cm/s)</p> 	<p>Colisión (cm/s)</p> 	<p>Polea (rad/s)</p> 	<p>Polea (rev/s)</p> 
	Mide la velocidad de un carro	Mide la velocidad inicial y final de dos carros durante una colisión para la Conservación del Momento	Mide la velocidad de una Polea (Smart Pulley)	Monitorea continuamente la velocidad angular en los experimentos de Conservación de Momento Angular

Figura I.3 Modo Velocidad

Una Puerta: En este modo una marca de 1 cm pasa a través de la fotopuerta. El Smart Timer mide el tiempo y calcula la velocidad media en cm/s.

Colisión: En este modo, uno o dos carros y una o dos fotopuertas pueden ser utilizadas para un experimento de colisión. Una vez que el botón **Start/Stop** se presiona, el Smart Timer espera la primera colisión y comienza el tiempo. El Smart Timer detiene el tiempo cuando los dos carros han pasado por sus respectivas fotopuertas dos veces. El tiempo siempre se puede parar manualmente pulsando **Start/Stop** y el Smart Timer mostrará la(s) velocidad(es), basado en la información que tiene (tendrá que pulsar Start / Stop para las colisiones de un solo carrito).

En la pantalla se presentan los resultados en el siguiente formato:

1: xx.x, yy.y

2: xx.x, yy.y

El primer número representa la toma de entrada (canal 1 o 2) y los números siguientes indican la velocidad inicial (xx.x) y la velocidad final (yy.y), respectivamente.

Nota: La función de cronómetro no es un modo de temporización de precisión y por lo tanto es más útil para los eventos de más de un segundo. La precisión del cronómetro es de + / - 10 milisegundos.

- Sugerencia: Para facilitar la alineación del láser con el interruptor de láser, use el **Modo Test:Gates**

Polea (rad/s): El Smart Timer medirá la velocidad de una polea a su paso a través de una fotopuerta en unidades de radianes/segundo. Una medición se tomará cada vez que se pulsa el interruptor de **Start/Stop**.

El Smart Timer no puede diferenciar entre las direcciones en sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario (antihorario). Tenga en cuenta que, como en muchos otros modos, si un "*" aparece en la posición del primer carácter de la segunda línea, el Smart Timer está activo y a la espera de que un evento externo se produzca. Si el "*" no se muestra, el modo de medición del Smart Timer se puede cambiar. Este modo tiene un requisito mínimo de velocidad. La fotopuerta debe ser bloqueada dos veces en dos segundos para obtener una lectura válida, que se traduce en una velocidad mínima de 0,31 rad / s.

Polea (rev/s): Además de mostrar los resultados en diferentes unidades, este modo utiliza la pantalla de manera diferente que en la medida de radianes/segundos. La pantalla proporciona una medición en tiempo real de la velocidad de la polea mediante actualizarse una vez por segundo. Una vez que la velocidad es mostrada, pulse la tecla **Start/Stop** para congelar la pantalla. El Smart Timer indica que la medida se congeló mostrando un "!" en la primera columna, presione **Start/Stop** para borrar el "!" y recolectar nuevas medidas. En cualquier momento en que la primera columna está en blanco o tiene un "!" en pantalla, el tipo de medición que se realiza se puede cambiar pulsando el botón **Select**.

Nota: Teclas de **Medición** o de **Selección de Modo**. Para ir a una medición diferente, pulse **Start/Stop** nuevamente. Al igual que en la medida de radianes/segundo, hay un tiempo máximo de dos segundos para bloquear dos veces la fotopuerta, que se traduce en una velocidad mínima de 0,05 rev/s. También considere que la precisión disminuye rápidamente a medida que la velocidad de la polea aumenta por encima de 600 rpm. A 600 rpm, la precisión es al 1%.

I.III Modo Aceleración.

Para la medición de aceleración existen igualmente cuatro opciones de uso según se muestra en la figura I.4.

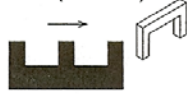


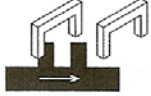
ACELERACIÓN	Una Puerta (cm/s ²) 	Polea Lineal (cm/s ²) 	Polea Angular (rad/s ²) 	Dos Puertas (cm/s) 
	Mide la aceleración de un carro en un punto de la pista. Mide la aceleración debido a la gravedad (g) de una tarjeta Picket Fence.	Mide la aceleración lineal de una masa colgante en experimentos de Inercia Rotacional	Mide la aceleración angular de una masa colgante en experimentos de Inercia Rotacional	Mide la aceleración promedio de un carro sobre la longitud total de una pista

Figura I.4 Modo Aceleración

Una puerta: El Smart Timer utiliza la medición del tiempo entre dos secuencias equidistantes (5 cm) de bloqueo/desbloqueo/bloqueo para calcular la aceleración media. En las actividades con el Smart Timer usando la regleta (tarjeta Picket Fence) esta debe ser colocada de manera que la fotopuerta bloquee sólo el segmento de tres barritas (líneas de 5 cm) de la regleta. Tenga en cuenta que el Smart Timer es capaz de discernir entre la aceleración (número positivo) y desaceleración (número negativo).

Polea Lineal: En este modo, el Smart Timer convierte el movimiento rotativo de una Polea PASCO en una aceleración lineal equivalente en cm/s^2 .

Polea Angular: En este modo, el Smart Timer convierte el movimiento rotativo de una Polea PASCO en una aceleración angular equivalente en rad/s^2 .

Dos Puertas: Cuando dos fotopuertas se colocan a una distancia arbitraria de distancia, la aceleración media puede ser calculada. En este modo, las entradas utilizadas no son arbitrarias. La primera fotopuerta a ser encontrada debe ser conectada en la entrada # 1 y la segunda a la entrada # 2, las marcas de la regleta que deben pasar por el haz infrarrojo deben ser las adecuadas para la medición a efectuar, en caso contrario el Smart Timer no efectuara una medición correcta.

I.IV Modo Conteo

En la figura I.5 se observan las diferentes opciones que se disponen en el modo conteo.

CONTEO	CONTEO PARA			Manual
	30 segundos	60 segundos	5 minutos	
	<ul style="list-style-type: none">• Cuenta bloqueando eventos en un periodo específico de tiempo• Mide los eventos con emisión de radiación con el GM Tube/Power Suply			

Figura I.5 Modo Conteo

30 segundos: El modo conteo de 30 segundos, contará las transiciones de alta a baja tensión en cualquier entrada y los mostrará en la segunda línea de la pantalla LCD. Después de que el periodo de conteo termina, el Smart Timer emitirá un pitido en una ocasión, remueva la fuente de energía del dispositivo externo, y congele la pantalla. Al presionar **Start/Stop** se borra el conteo anterior y comienza un nuevo intervalo de tiempo. Si desea detener la cuenta durante un intervalo de tiempo, pulse **Start/Stop**. La pantalla congelará la cuenta actual y el "*" desaparecerá de la primera columna. En este momento usted puede seleccionar una nueva medida o iniciar un nuevo intervalo de tiempo. La tasa máxima de conteo para cualquiera de los modos de conteo es de 5.000 cuentas por segundo, y el número máximo es 9, 999,999.

60 segundos: Además medir el tiempo en el intervalo de conteo para 60 segundos, el modo de conteo de 60 segundos es el mismo que el modo de 30 segundos.

5 Minutos: Además medir el tiempo en el intervalo de conteo para 5 minutos, el modo de conteo de 5 minutos es el mismo que el modo de 30 segundos.

Manual: El modo manual contará las transiciones de alta a baja tensión en cualquier entrada y los mostrará en la segunda línea de la pantalla. No hay límite para el conteo, sin embargo el límite superior del número de cuenta total es hasta 9.999.999. Cada conteo será acompañado por un pequeño pitido.

I.V Modo Prueba

Gates: Usando el modo de medición Test:Gates, el accesorio de medición externo funciona siempre y cuando en la parte superior del display se lee: **Test:Gates**. Este modo es útil para la configuración de los experimentos o para probar accesorios fotopuerta, tubos de GM, u otros accesorios del Smart Timer. Al pulsar la tecla de Selección de Medición (**Select Measurement**) se saldrá del modo de prueba y cortará la energía al dispositivo externo. Los gráficos de la pantalla representan la fotopuerta bloqueada como una línea vertical y la fotopuerta desbloqueada como una flecha.

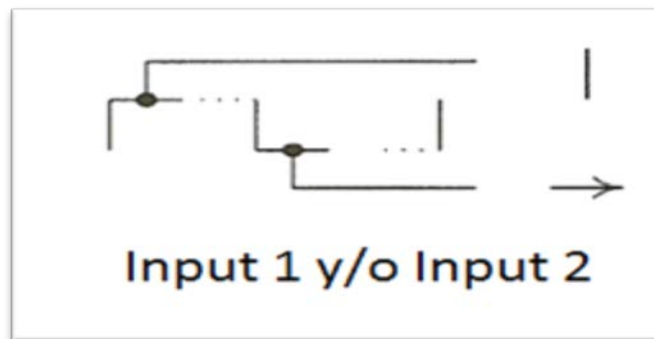


Figura I.6 Gráficos de pantalla del Modo Prueba

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES Y CARRO DE COLISIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS

Una parte fundamental para la adquisición de datos del experimento hacia el Smart Timer son los sensores, existe una gran variedad de estos para diferentes aplicaciones, en este caso exclusivamente se van a describir los que se requieren para las prácticas de mecánica.

II.I SENSOR FOTOPUERTA (ACCESSORY PHOTOGATE)

El sensor de fotopuerta (Fig. II.1) está compuesto por una cabeza con un haz infrarrojo que provee una gran exactitud en el tiempo de Caída Libre. Cuando el haz infrarrojo entre la fuente y el detector es bloqueado, la salida de la fotopuerta es baja y el LED rojo en la fotopuerta se enciende. Cuando el haz no está bloqueado, la salida es alta y el LED está apagado.



Figura II.1 Fotopuerta

Operación:

1. Asegure la fotopuerta al soporte de varilla.
2. Coloque la fotopuerta de tal manera que el objeto a ser temporizado pase a través de la fotopuerta bloqueando el haz infrarrojo. Para minimizar el error de paralaje pase el objeto tan cerca del detector como sea posible, con la línea de viaje perpendicular al haz. Afloje la abrazadera si desea cambiar el ángulo o la altura de la fotopuerta.

3. Inserte el conector telefónico RJ12 del cable de ensamble dentro del receptáculo telefónico en la fotopuerta.
4. Inserte el conector telefónico estéreo del otro extremo del cable de ensamble dentro del alojamiento del Smart Timer, cable adaptador o interfaz.
5. Pruebe la operación de la fotopuerta observando el LED cuando el haz es bloqueado.

II.II SENSOR DE CAÍDA LIBRE (FREE FALL ADAPTER)

El dispositivo de caída libre (Free Fall Adapter) es un mecanismo de liberación automático que se conecta al Smart Timer, permitiendo medir la aceleración de la gravedad con un error del 1% en la precisión, mediante el sensor localizado en el PAD receptor (Fig. II.2). Es también fácilmente adaptable para una variedad de otros experimentos mecánicos. Proporciona un método de alta precisión para el arranque y paro de temporizadores electrónicos.

En el experimento básico de Caída Libre, una bola de acero es fijada en el mecanismo de liberación de resorte. Cuando el tornillo se activa, el mecanismo se abre liberando la bola de acero e iniciando el temporizador. Cuando la bola golpea el pad receptor, el plato superior del pad receptor choca contra la base metálica. Esto detiene automáticamente el temporizador. La pantalla del temporizador muestra el tiempo que le tomó a la bola caer desde el mecanismo al pad receptor.

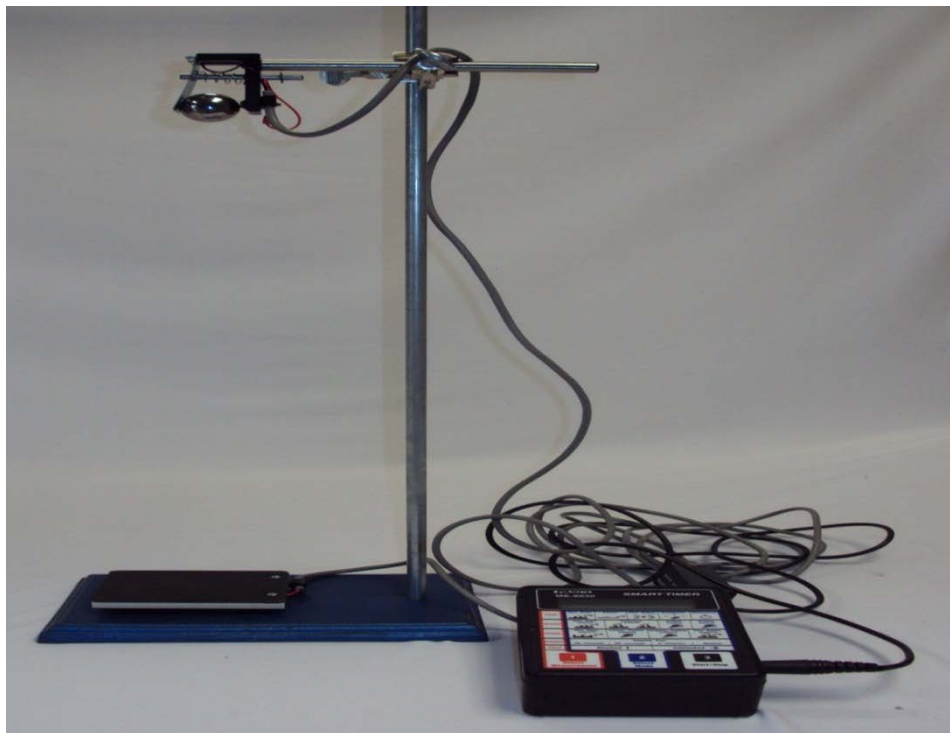


Figura II.2 PAD receptor conectado al Smart Timer

II.III CARRO DE COLISIÓN

El carro de colisión (Fig. II.3) está diseñado específicamente para experimentos de colisión en conjunción con cualquiera de los sistemas de carro dinámico o pista dinámica. Difiere del Carro Clásico en dos formas:

1. El carro de colisión no tiene pistón de resorte.
2. El carro de colisión tiene magnetos y parches de Velcro instalados en ambos extremos del carro.

Como el carro de pistón, el carro de colisión tiene una masa de aproximadamente 500 g y orificios en cada tapa de los extremos para asegurar cuerdas o resortes. Una masa adicional de 500 g está incluida con el carro y ajusta dentro de la bandeja en la parte superior del carro.



Figura II.3 Carro de Colisión

Ventajas del Carro de Colisión

El carro viene provisto con Velcro, de modo que el carro de colisión se adhiere a un carro de pistón durante una colisión inelástica. (Nota: El extremo del ME-9430 Carro de Pistón usado en colisiones inelásticas no debe tener magnetos sujetos, o los dos carros no se adherirán uno al otro debido a las propiedades repulsivas de los magnetos ensamblados)

El carro de colisión tiene magnetos sujetos, de tal manera que el carro rebotará fuera de cualquier otro carro magnético con parachoques en una colisión inelástica con muy poca pérdida debido a la fricción. (Nota: Si coloca los magnetos en el extremo del ME-9430 Carro de Pistón, los magnetos deben ser colocados en la misma orientación de polaridad como los magnetos en el ME-9454 carro de colisión, o se atraerán más bien que repelerse durante las colisiones.)

El carro de colisión puede ser usado contra el extremo del carro de pistón para llevar a cabo colisiones. Múltiples colisiones elásticas e inelásticas pueden ser llevadas a cabo usando tres o más carros.



Figura II.4 Carro Dinámico

CAPITULO III

PRÁCTICAS PROPUESTAS Y DESARROLLO.

PRÁCTICA 1

III.I ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD

INTRODUCCIÓN

La aceleración de la gravedad es la manifestación de la fuerza que atrae a los cuerpos hacia el centro de la tierra. La aceleración de la gravedad se denota por g y se define como el incremento constante de la velocidad por unidad de tiempo percibido por un cuerpo en caída libre. De acuerdo al SI (Sistema Internacional de Unidades) la magnitud de la gravedad se mide en m/s^2 .

En la superficie de la Tierra el valor de esta aceleración, que se indica con la letra g , sería igual en cualquier punto si nuestro globo fuese perfectamente esférico y si la fuerza centrífuga debida a la rotación terrestre, que tiene como efecto una disminución de la fuerza de atracción gravitacional, tuviera en cualquier parte el mismo valor. Al no verificarse estas dos condiciones, g varía ligeramente de un lugar a otro, por lo tanto aceleración de la gravedad no es la misma en todos los lugares del planeta: en los polos es de $9.832 m/s^2$ y en el ecuador es de $9.780 m/s^2$, por convención internacional se considera el valor normalizado de $g_0 = 9.81 m/s^2$

Antiguamente se creía que los cuerpos más densos caían con mayor aceleración, pero Galileo y, después, Isaac Newton se encargaron de demostrar lo contrario. Un experimento realizado en una cámara de vacío demuestra que todos los cuerpos caen hacia la tierra con la misma aceleración, independientemente de su masa.

MATERIAL Y EQUIPO

1 SOPORTE UNIVERSAL

1 DISPOSITIVO DE CAÍDA LIBRE

1 SMART TIMER

1 FLEXÓMETRO

1 BALÍN

OBJETIVO

El objetivo es obtener de manera experimental el valor de la gravedad en el laboratorio de física.

DESARROLLO

1. Armar el dispositivo como se muestra en la figura III.1.1

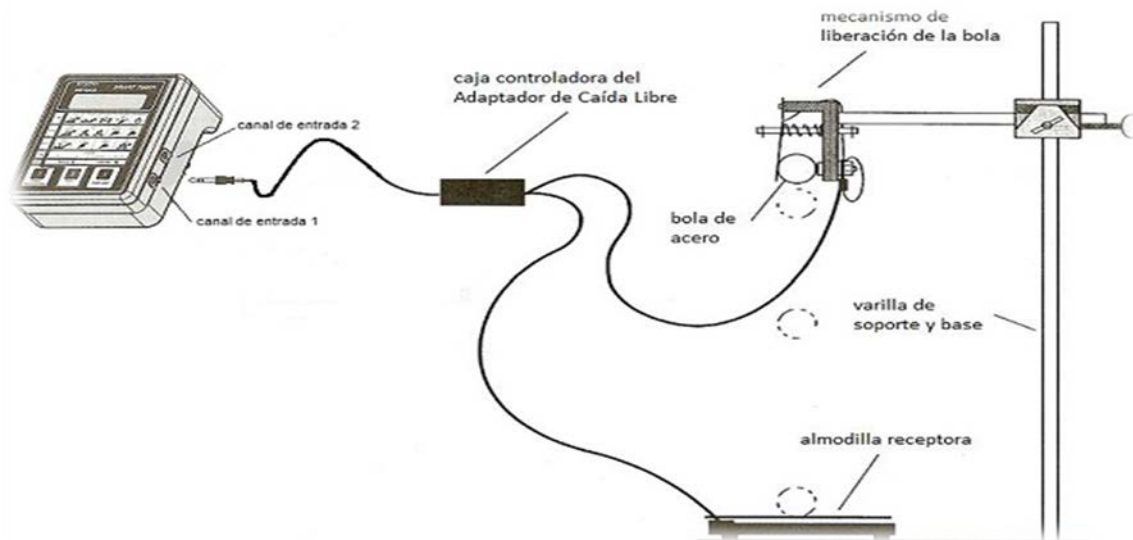


Figura III.1.1 Diagrama del experimento para la práctica de aceleración

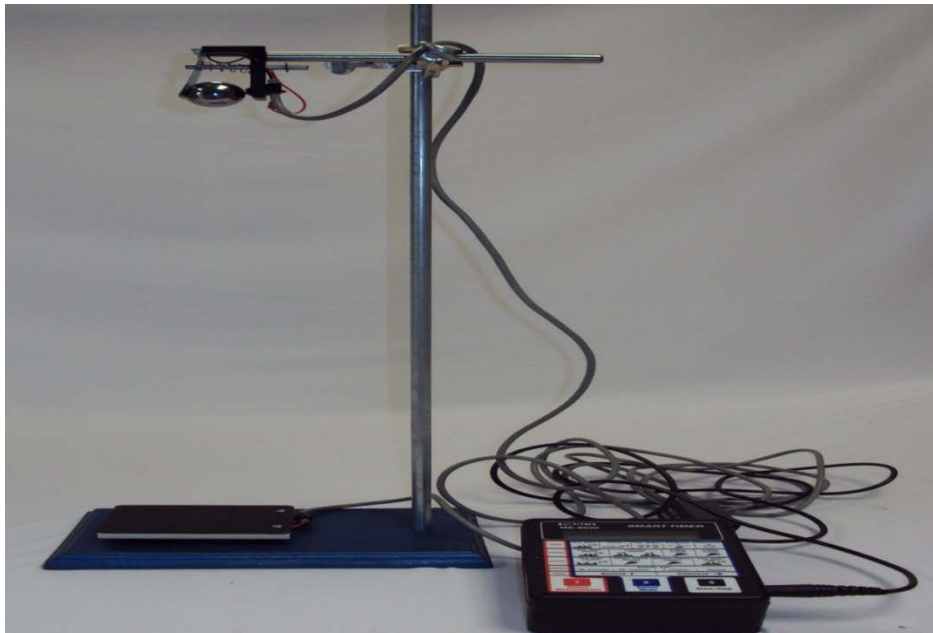


Figura III.1.2 Dispositivo de Caída libre para realizar la práctica 1

2. Primeramente encienda el SMART TIMER, conectándolo a la fuente de alimentación y activando el switch I/O
3. A través del botón de selección de medición (**1 Select Measurement**) seleccionar el modo tiempo (Time).
4. Con el botón selección de modo (**2 Select Mode**) seleccionar cronómetro (Stopwatch).
5. Colocar el balón en la posición mostrada en la figura III.1.1 a través del tornillo prisionero, con la primera altura de 0.1 m.
6. Disponer el dispositivo seleccionando start/stop para tomar la medida.
7. Liberar el balón y tomar la lectura y registrarla en la tabla III.1.1
8. Repetir el procedimiento desde el punto 5 al 7 para las distancias indicadas en la tabla III.1.1, realizar 5 lecturas por evento.

TABLA III.1.1 Registro de tiempo para diferentes alturas de caída.

Distancia (m)	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	T _{Prom.}	T _{Prom} ²	Gravedad
0.1	0.1431	0.1436	0.1444	0.1431	0.1449	0.1438	0.0207	9.6618
0.15	0.1764	0.1758	0.1758	0.1759	0.1748	0.1757	0.0309	9.7087
0.2	0.2031	0.2022	0.2024	0.2025	0.2016	0.2024	0.0409	9.7800
0.25	0.2265	0.2267	0.2266	0.2273	0.2266	0.2267	0.0514	9.7276
0.3	0.2472	0.2476	0.2474	0.2474	0.2482	0.2476	0.0613	9.7879
0.35	0.2678	0.269	0.2676	0.2707	0.2677	0.2686	0.0721	9.7087
0.4	0.2871	0.2862	0.2869	0.2873	0.2886	0.2872	0.0825	9.6970
0.45	0.3039	0.3035	0.3033	0.304	0.3032	0.3036	0.0922	9.7614
0.5	0.3209	0.3199	0.319	0.3212	0.3209	0.3204	0.1026	9.7466
							g _{Prom.}	9.7311

9. Utilizando la ecuación

$$S_f = S_0 + V_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

Y considerando: $S_0 = 0$ $V_0 = 0$

Se obtiene la ecuación $S_f = \frac{1}{2} g t^2$ (2)

Y despejando a la gravedad se obtiene $g = 2 \frac{S_f}{t^2}$ (3)

Utilizando la ecuación (3) calculamos la gravedad para cada evento mostrado en la tabla III.1.1

10. Con los valores de gravedad obtenidos encuentre el valor promedio de la gravedad.

11. Realizar una gráfica de altura contra tiempo al cuadrado con los datos obtenidos en la tabla III.1.1 y encontrar el modelo matemático (usando una hoja de cálculo), considerando las ecuaciones siguientes:

$$S_f = \frac{1}{2}gt^2$$

Utilizando la ecuación de la recta $y = mx + b$, a partir de realizar un cambio de variable

$$Y = S_f; m = \frac{1}{2}g; X = t^2$$

A partir del modelo encontrado, tenemos la posibilidad de encontrar el valor de la gravedad $g = 2m$.

12. Se muestra en la figura III.1.2 la gráfica de aceleración de la gravedad y el modelo matemático. Considerando el modelo obtenemos el valor de la gravedad:

$$g = 2(4.8724) = 9.7448$$

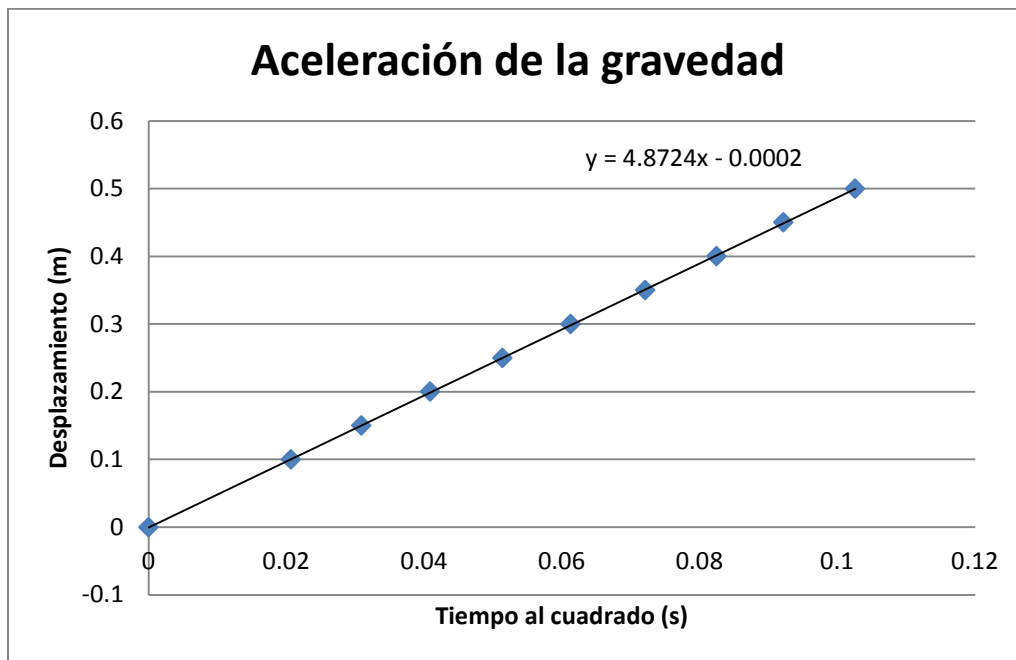


Figura III.1.3 Aceleración de la gravedad

ANÁLISIS

Se observa que el valor obtenido de la gravedad (9.7311 m/s^2) difiere del valor normalizado de 9.81 m/s^2 , sin embargo se conoce que la gravedad a una altura de 2400 m sobre el nivel del mar es de 9.78 m/s^2 ; pero si obtenemos el valor de la gravedad a partir del modelo matemático (9.7448 m/s^2), se demuestra que el experimento realizado cumple con las expectativas esperadas para un laboratorio a nivel licenciatura. El mismo experimento se puede realizar utilizando una compuerta con la regleta para medir aceleración o utilizando dos fotopuertas para medir el tiempo.

Preguntas

¿Qué resultado de la gravedad se espera si cambia la masa del balón?

Si estamos en un medio vacío, el resultado es el mismo pues la fuerza de gravedad atrae a todos los cuerpos hacia el centro de la tierra con la misma magnitud independientemente de su masa. Pero si existiera aire el valor puede variar un poco; en los experimentos realizados se observa que la variación es mínima y se puede despreciar.

¿Cómo afecta la altura sobre el nivel del mar el valor de la gravedad?

La altura sobre el nivel del mar sí afecta el valor de la aceleración de la gravedad pues a mayor altura o distancia del centro de la tierra disminuye la magnitud de la misma, como se puede observar en el desarrollo de la ecuación de la Ley de la Gravitación Universal.

Ley de gravitación universal.

Desarrollo:

$$F_g = G \left[\frac{(m_1)(m_2)}{r^2} \right]$$

$$F_g = m_1 g$$

$$m_1 g = G \left[\frac{(m_1)(m_2)}{r^2} \right]$$

$$g = G \left[\frac{(m_1)(m_2)}{(m_1)(r^2)} \right]$$

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

$$g = G \frac{M_{tierra}}{(r_{tierra}+h)^2}$$

Como la altura (h) aumenta, el valor de la gravedad disminuye.

Dónde:

F_g= Fuerza de la gravitación universal.

G= Constante de gravitación. $\left(6.693 \pm 0.048 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg \times s^2} \right)$

m₁= La masa de prueba

m₂= La masa de la tierra.

r= radio medio de la tierra. (6378.1 km)

g= gravedad

¿Qué diferencia existe entre masa y peso?

La masa es la cantidad de materia que posee un cuerpo, mientras que el peso es la fuerza con que es atraído el cuerpo a la tierra por la fuerza de gravedad y va depender directamente de la masa, entre mayor sea la masa mayor será el peso.

PRÁCTICA 2

III.II SEGUNDA LEY DE NEWTON

INTRODUCCIÓN

La Segunda Ley de Newton ($F=ma$), es una descripción de la relación entre “**F**”, la fuerza neta que actúa sobre el objeto de masa “**m**”, y la aceleración “**a**” resultante del objeto. Para un carro de masa m_1 , en una pista horizontal atada a una segunda masa m_2 sobre una polea, la fuerza neta F en todo el sistema (carro y masa colgante) es el peso de la masa colgante, $F=m_2g$, asumiendo que la fricción es despreciable.

Según la Segunda Ley de Newton, esta fuerza neta debe ser igual a **ma**, donde m es la masa total que se está acelerando, lo que en este caso es $m_1 + m_2$. Este experimento comprobará si m_2g es igual a $(m_1 + m_2)a$.

MATERIAL Y EQUIPO

1 SMART TIMER

1 CARRO DINÁMICO

1 PISTA PARA CARRO DINÁMICO

1 BARRA DE 500 GR DE MASA

1 POLEA (SUPER PULLEY)

1 FOTOPUERTA

1 SOPORTE DE FOTOPUERTA

1 SOPORTE DE MASA

1 JUEGO DE MASAS

1 BALANZA GRANATARIA

1 CUERDA

OBJETIVO

El propósito es verificar la Segunda Ley de Newton.

DESARROLLO.

1. Coloque la pista sobre una mesa y fije los topes para el carro dinámico, a continuación nivele la pista colocando el carro sobre esta para determinar en qué sentido rodara. Ajuste el tornillo de nivelación localizado al final de la pista para subirla o bajarla de tal modo que el carro repose en la pista y no se mueva hacia los extremos, como se muestra en la figura III.2.1

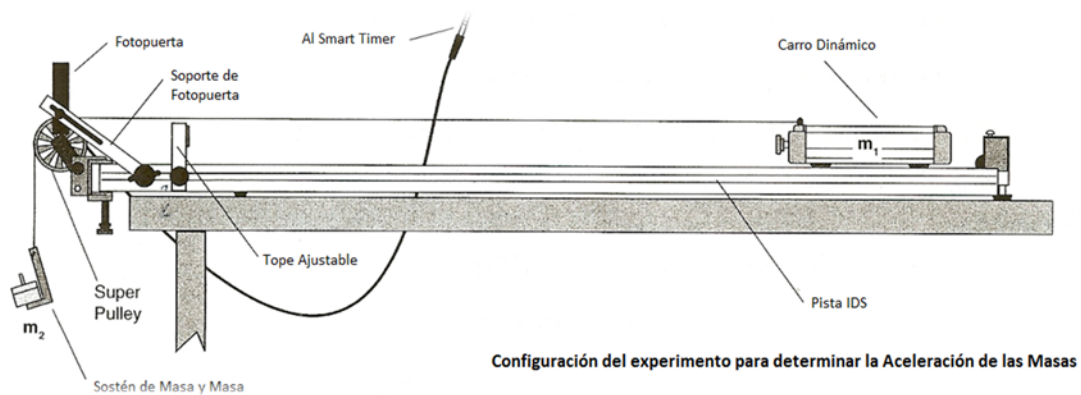


Figura III.2.1 Diagrama del experimento de la segunda Ley de Newton

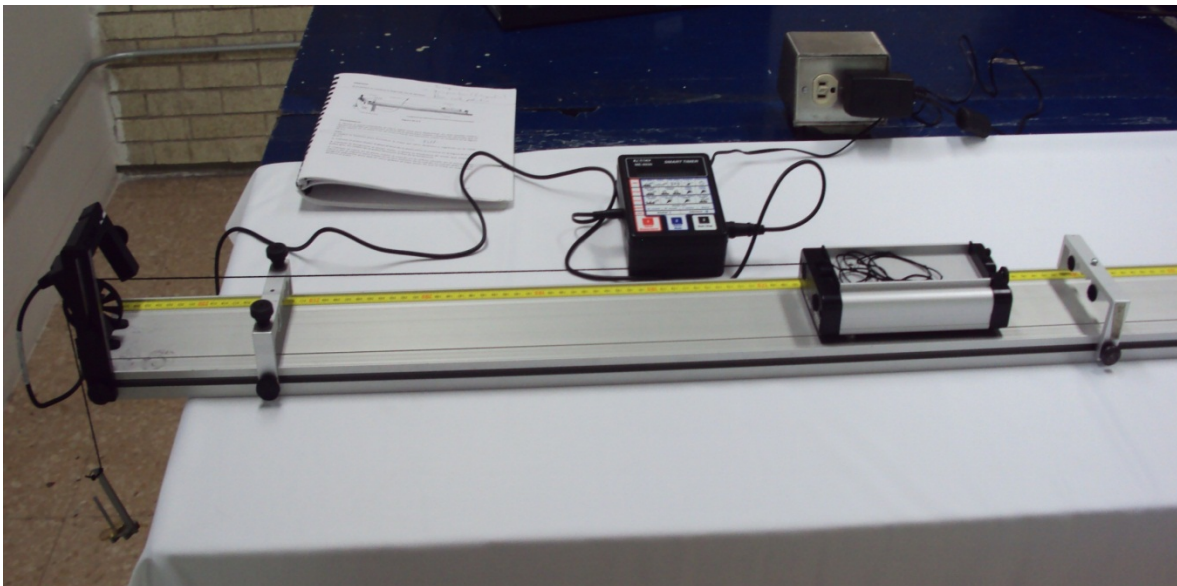


Figura III.2.2 Configuración del experimento en el laboratorio

2. Utilice la balanza para encontrar la masa del carro dinámico y regístrelo en la Tabla III.2.1

3. Coloque la polea (Super Pulley) al final de la pista y sujétela a la pista con la prensa provista como se muestra en la Figura III.2.1

4. Conecte la fotopuerta al Smart Timer (canal 1 o 2 indistintamente), y ajuste la fotopuerta con el soporte de fotopuerta en el ángulo adecuado de modo que cuando la polea gire, los radios de la polea bloqueen el haz de la fotopuerta.

5. Coloque el carro en la pista, sujete la cuerda en el orificio situado en el extremo del carro y ate el soporte para masas en el otro extremo de la cuerda. La cuerda debe tener la longitud suficiente para que el carro golpee el tope antes de que la masa en suspensión alcance el suelo.

6. Jale el carro hacia atrás hasta que la masa colgante alcance la polea. Haga una prueba para determinar la cantidad de masa requerida en el soporte de tal modo que le tome al carro alrededor de 2 segundos el completar la carrera. Registre la masa suspendida en la Tabla III.2.1

7. Encienda el equipo Smart Timer y configúrelo para registrar: **Acceleration: Linear Pulley**. (Aceleración: Polea Lineal). [Con el botón Select Measurement seleccione la opción Aceleración; después presione el botón Select Mode hasta elegir el modo Polea lineal].

Nota: Use masas entre 20 y 100 gramos y asegúrese de que las carreras no sean mayores a 2 segundos.

8. Jale el carro hacia atrás hasta que el soporte de masa alcance a la polea. Suelte el carro desde el reposo, y active el Smart Timer presionando el botón start/stop una vez que el carro haya comenzado a moverse. (El conteo iniciará cuando el haz de la fotopuerta es bloqueado por primera vez). Repita la medición tres veces con la misma masa.

9. Registre todos los valores en la Tabla III.2.1. Calcule la aceleración promedio y regístrelo en la Tabla III.2.1

Tabla III.2.1

masa del carro (m_1)	masa colgante (m_2)	Acel. 1	Acel. 2	Acel. 3	Acel. Prom.	F medida ($(m_1+m_2)a$)	F teórica (m_2g)	% de diferencia*
0.505 kg	0.025 kg	43.7 cm/s^2	43.3 cm/s^2	43.4 cm/s^2	43.46 cm/s^2	0.23 N	0.24 N	4 %
0.505 kg	0.055 kg	90.8 cm/s^2	91.6 cm/s^2	91.3 cm/s^2	91.23 cm/s^2	0.51 N	0.53 N	3.9 %

Para la masa colgante de 25 g.

$$F_{\text{medida}} = (m_1 + m_2) a$$

$$F_{\text{medida}} = (0.505 \text{ kg} + 0.025 \text{ kg}) (43.46 \text{ cm/s}^2) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm})$$

$$F_{\text{medida}} = 0.23 \text{ N}$$

$$F_{\text{teórica}} = m_2 g$$

$$F_{\text{teórica}} = (0.025 \text{ kg}) (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{\text{teórica}} = 0.24 \text{ N}$$

$$\% \text{ Diferencia} = 4 \%$$

Para la masa colgante de 55 g

$$F_{\text{medida}} = (m_1 + m_2) a$$

$$F_{\text{medida}} = (0.505 \text{ kg} + 0.050 \text{ kg}) (91.23 \text{ cm/s}^2) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm})$$

$$F_{\text{medida}} = 0.51 \text{ N}$$

$$F_{\text{teórica}} = m_2 g$$

$$F_{\text{teórica}} = (0.055 \text{ kg}) (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{\text{teórica}} = 0.53 \text{ N}$$

$$\% \text{ Diferencia} = 3.9 \%$$

10. Aumente la masa del carro utilizando las barras y repita el procedimiento.

11. Calcule la fuerza medida $F = (m_1 + m_2)a$ y regístrelo en la Tabla III.2.2

12. Calcule la fuerza teórica $F = (m_2)g$ y regístrelo en la Tabla III.2.2

13. Calcule la diferencia porcentual de la fuerza teórica frente a la fuerza medida y regístrelo en la Tabla III.2.2

Tabla III.2.2

masa del carro (m_1)	masa colgante (m_2)	Acel. 1	Acel. 2	Acel. 3	Acel. prom.	Fuerza medida ($(m_1+m_2)a$)	Fuerza teórica (m_2g)	% de diferencia
1.005 kg	0.025	22.5	22.7	22.4	22.5	0.23	0.24	4.1
1.005 kg	0.055 kg	48.3	48.2	48	48.16	0.51	0.53	3.7

Con la barra de 500 g y masa colgante de 25 g.

$$m_1 = 505 \text{ g (carro)} + 500 \text{ g (barra)}$$

$$m_1 = 1005 \text{ g} = 1.005 \text{ kg}$$

$$m_2 = 25 \text{ g}$$

$$F_{\text{medida}} = (m_1 + m_2) a$$

$$F_{\text{medida}} = (1.005 \text{ kg} + 0.025 \text{ kg}) (25.5 \text{ cm/s}^2) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm})$$

$$F_{\text{medida}} = 0.23 \text{ N}$$

$$F_{\text{teórica}} = m_2 g$$

$$F_{\text{teórica}} = (0.025 \text{ kg}) (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{\text{teórica}} = 0.24 \text{ N}$$

$$\% \text{ Diferencia} = 4.1 \%$$

Con la barra de 500 g y masa colgante de 55 g.

$$m_1 = 505 \text{ g (carro)} + 500 \text{ g (barra)}$$

$$m_1 = 1005 \text{ g} = 1.005 \text{ kg}$$

$$m_2 = 55 \text{ g}$$

$$F_{\text{medida}} = (m_1 + m_2) a$$

$$F_{\text{medida}} = (1.005 \text{ kg} + 0.055 \text{ kg}) (48.16 \text{ cm/s}^2) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm})$$

$$F_{\text{medida}} = 0.51 \text{ N}$$

$$F_{\text{teórica}} = m_2 g$$

$$F_{\text{teórica}} = (0.055 \text{ kg}) (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{\text{teórica}} = 0.53 \text{ N}$$

$$\% \text{ Diferencia} = 3.7 \%$$

ANÁLISIS

La elaboración de esta práctica logró comprobar la segunda ley de Newton tanto de forma teórica como experimental. La manera en que está planteada la práctica ayuda a comprender que a mayor masa mayor es la fuerza que se necesita para poder acelerar el cuerpo.

Además con la realización de este experimento se pudo conocer las posibilidades que presenta el Smart Timer para las prácticas de mecánica ya que los resultados que se obtuvieron fueron directos.

Preguntas

1. ¿Se verificó a través de los resultados de este experimento que $F=ma$?

Si, se puedo verificar a través de los datos obtenidos. $F= (m_1+m_2)a$ da resultados similares con $F=mg$, obteniendo errores alrededor de 4%, el cual es muy aceptable.

2. ¿Por qué no es la masa en $F=ma$ igual a la masa del carro?

Porque al final la masa colgante y la del carro influyen para la aceleración calculada por el Smart Timer, esto se observa cuando se cambia la masa colgante, si no tuviera influencia el valor obtenido de la aceleración hubiera sido el mismo.

3. ¿Al momento de calcular la fuerza en el carro usando la masa y midiendo la gravedad, porque no está la masa del carro incluida?

Por qué solo se considera la masa que se ve afectada por la aceleración de la gravedad de la tierra y la atrae hacia su centro, en este caso es la masa sujeta en la polea y que va en caída.

PRÁCTICA 3

III.III CONSERVACIÓN DEL MOMENTO EN COLISIONES

INTRODUCCIÓN

Cuando dos carros chocan entre sí, el impulso total ($p=mv$) de ambos carros se conserva independientemente del tipo de colisión. Un choque elástico es aquel en el que dos carros rebotan entre sí, sin pérdida de energía cinética. Una colisión completamente inelástica es aquella en la que los dos carros se golpean y adhieren el uno al otro, realizado en este experimento usando parches de Velcro en el extremo de cada carro.

MATERIAL Y EQUIPO

- 1 SMART TIMER
- 2 CARROS DE COLISIÓN CON MASA
- 1 PISTA DINÁMICA
- 2 FOTOPUERTAS
- 2 SOPORTES DE FOTOPUERTAS
- 2 REGLETAS PICKET FENCE
- 1 BALANZA GRANATARIA

OBJETIVO

El propósito de este experimento es demostrar que el Momento se conserva en las colisiones.

DESARROLLO

Colisiones Inelásticas

1. Nivele la pista colocando un carro en la pista para ver en qué sentido avanza. Ajuste el tornillo de nivelación en el final de la pista para subir o bajar el tope hasta que el carro colocado en la pista no se mueva.

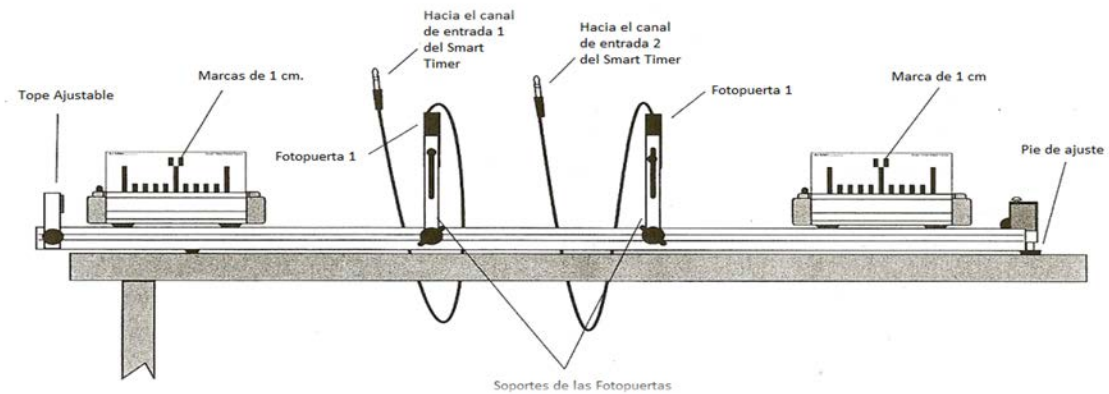


Figura III.3.1 Diagrama del experimento conservación del Momento en colisiones

2. Coloque una regleta en la ranura de la parte superior de cada carro y coloque el carro de colisión de modo que los parches de Velcro se encuentren uno al otro. Coloque las dos fotopuertas lo suficientemente separadas de tal manera que la colisión pueda tener lugar entre las dos fotopuertas. Ajuste la altura de la fotopuerta para que las marcas de 1 cm de la regleta bloqueen el haz de la fotopuerta como se muestra en el diagrama de la figura III.3.1. Conecte las fotopuertas al Smart Timer de la manera indicada.

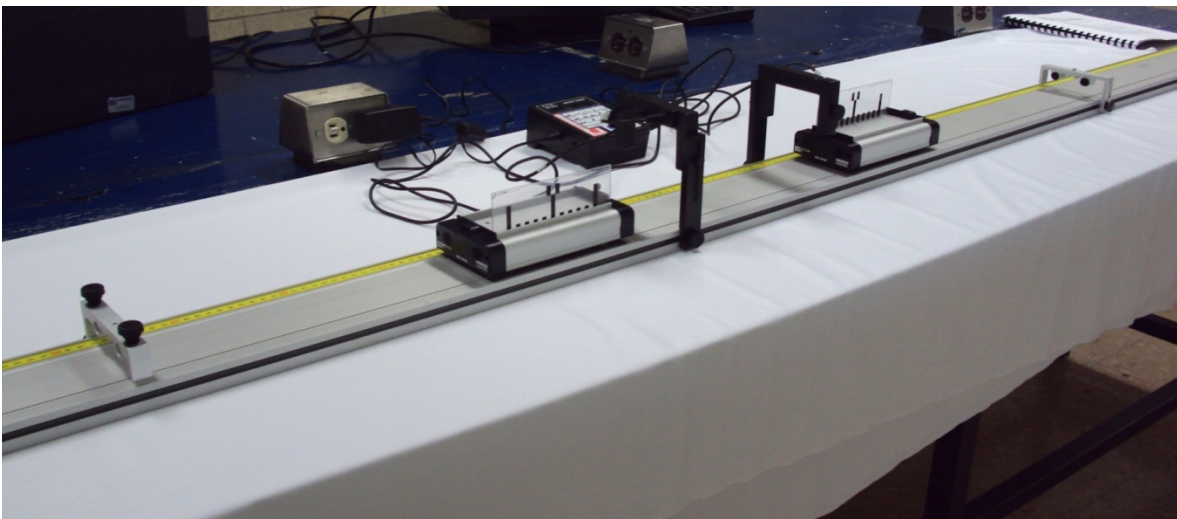


Figura III.3.3 Armado del experimento de colisiones en el laboratorio

3. Configure el Smart Timer para medir **Speed: collision (cm/s)** (Con la tecla Select Measurement elija la medición velocidad y con la tecla Select Mode el modo colisión) [Velocidad: colisión (cm/s)] Presione 3 para activar el Smart Timer.

Nota: Si las marcas de las regletas de ambos carros no pasan por el haz de la fotopuerta dos veces, el Smart Timer no completara el ciclo de tiempo y mostrara velocidades automáticamente. Tendrá que pulsar 3 para detener el cronometro. Las mediciones completas de tiempo se mostraran y las medidas incompletas se registraran como 0. Presione 1 o 2 para ver las velocidades de la fotopuerta 2. Para desplazarse hacia adelante y hacia atrás entre las velocidades mostradas de la fotopuerta presione 1 o 2. Pulse 3 para reactivar el modo **Speed: collision (cm/s)** o cambiar de modo.

4. Realizar cada una de las siguientes colisiones inelásticas que se describen a continuación.

Masas Iguales

a. Coloque un carro en reposo entre las dos fotopuertas. De al otro carro una velocidad inicial hacia el carro en reposo de tal modo que el Smart Timer registre la velocidad de los carros antes y después del choque.

b. Realice varias mediciones para este evento.

c. Registre los tiempos obtenidos en la tabla III.3.1

Tabla III.3.1

	M ₁	M ₂	V _{carro1 antes}	V _{carro2 antes}	V _{final}
Prueba 1	0.502 Kg	0.500 Kg	0	6.0	2.9
Prueba 2	0.502 Kg	0.500 Kg	0	7.3	3.4
Prueba 3	0.502 Kg	0.500 Kg	0	6.7	3.2
Prueba 4	0.502 Kg	0.500 Kg	0	7.5	3.5
Prueba 5	0.502 Kg	0.500 Kg	0	7.0	3.3

Utilizando la ecuación de:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_f$$

Y considerando que $v_1 = 0$;

Tenemos entonces que para calcular el Impulso resultante, la ecuación queda de la siguiente manera:

$$m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_f$$

Y conociendo m_1 y m_2 (son los valores que se obtuvieron al medir la masa de los carros), v_2 y v_f corresponden a los valores que nos proporciona el Smart Timer y así podemos conocer el Impulso total sustituyéndolos en la ecuación.

1. Para cada caso, calcule el Momento de Inercia antes y después del choque. Registre los resultados en la Tabla III.3.2
2. Calcule el Momento de Inercia total de los carros después del choque. Registre los resultados en la Tabla III.3.2
3. Calcular la diferencia porcentual entre el Momento de Inercia total antes y después del choque.

Tabla III.3.2

RESULTADOS	p_1 Antes	p_2 Antes	P_{TOTAL} Antes	P_{TOTAL} Después	% de Diferencia
Prueba 1	0	3	3	2.90	3.3
Prueba 2	0	3.65	3.65	3.40	6.8
Prueba 3	0	3.35	3.35	3.20	4.4
Prueba 4	0	3.75	3.75	3.50	6.6
Prueba 5	0	3.5	3.5	30	5.7

ANÁLISIS

La práctica se realizó solo en la parte de colisiones inelásticas pero se pudo observar que los resultados obtenidos concuerdan de manera satisfactoria con la parte teórica pues el porcentaje de error calculado fue razonable y la diferencia se explica con la transformación de la energía en fuerzas internas.

Preguntas

1. Cuándo dos carros se mueven uno hacia el otro y tienen la misma masa y la misma velocidad, se detienen al chocar y se mantienen pegados, ¿Qué sucede con el momento de inercia de cada carro? ¿Se conserva?

Sus momentos de inercia son iguales. Se conserva la energía debido a que no existe rozamiento y los 2 van con la misma velocidad desde el punto inicial al punto final.

2. La energía cinética no se conserva en colisiones inelásticas. Para cada una de las colisiones, calcular el porcentaje de energía cinética que se pierde en la colisión. ¿A dónde se va la energía?

$$K_0 = \frac{1}{2}(m_1 V_{01}^{-2} + m_2 V_{02}^{-2}).$$

$$K_f = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)$$

Porcentaje de pérdida de energía:

$$\left(\frac{K_0 - K_f}{K_0}\right) 100$$

Parte de su energía cinética se convierte en otras fuerzas tales como energía interna.

PRÁCTICA 4

III. IV ACELERACIÓN POR UN PLANO INCLINADO

INTRODUCCIÓN

El Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), es aquél en el que un móvil se desplaza sobre una trayectoria recta estando sometido a una aceleración constante. Esto implica que para cualquier instante de tiempo, la aceleración del móvil tiene el mismo valor. También puede definirse el movimiento rectilíneo uniforme como el seguido por una partícula que partiendo del reposo es acelerada por una fuerza constante.

Lo anterior implica que la velocidad (instantánea) de dicho cuerpo o móvil experimenta aumentos o disminuciones iguales en tiempos iguales cualesquiera.

Para obtener la velocidad instantánea, que es la velocidad del móvil en un instante dado, es necesario medir la distancia recorrida por el móvil durante una fracción pequeñísima de tiempo, y dividir el espacio observado entre la fracción de tiempo. En los automóviles la velocidad instantánea está indicada por la aguja del velocímetro. Si la velocidad aumenta el movimiento es acelerado, pero si la velocidad disminuye es retardado. La aceleración en el movimiento uniformemente variado es la variación que experimenta la velocidad en la unidad de tiempo. Se considera positiva en el movimiento acelerado y negativa en el retardado.

MATERIAL Y EQUIPO

1 SMART TIMER

1 PISTA DINÁMICA

1 CARRO DINÁMICO

1 REGLETA (PICKET FENCE)

1 FOTOPUERTA

1 SOPORTE UNIVERSAL

OBJETIVO

Demostrar que la aceleración es constante cuando se tiene un movimiento en un plano inclinado.

DESARROLLO

1. Arme el dispositivo como se muestra en la figura III.4.1. (Utilice el accesorio PASCO provisto para sujetar la pista al soporte universal)
2. Coloque la regleta en la ranura sobre el carro dinámico. Ajuste la altura de la fotopuerta para que la trayectoria del haz se intersecte con la marca de 5 cm de la regleta.
3. Conecte el Smart Timer a la fotopuerta en alguno de los canales de entrada.
4. Encienda el Smart Timer, a continuación configure el equipo para medir **Acceleration, One Gate**. (Presione el botón de selección de medición hasta elegir la opción de aceleración y posteriormente el botón selección de modo y elija el modo de una puerta)
4. Presione **3** para activar el Smart Timer y enseguida libere el carro del reposo.
5. Realice diferentes mediciones variando el ángulo de la pista.
6. Registre las mediciones obtenidas en la tabla III.4.1

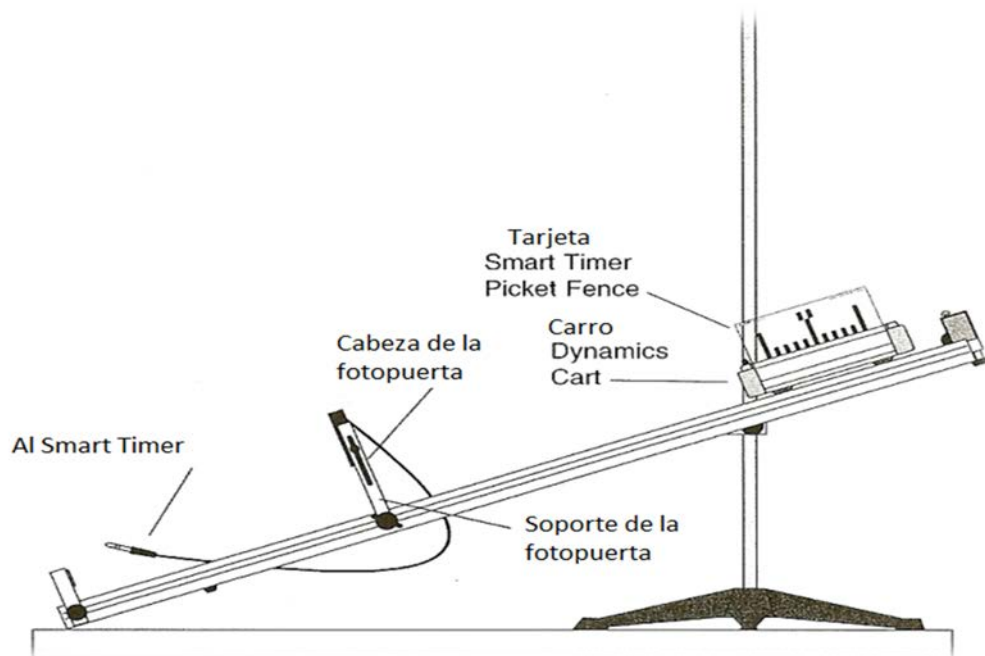


Figura III.4.1 Modelo del experimento de Aceleración en un plano inclinado



Figura III.4.2 Desarrollo de la práctica 4 en el laboratorio

Tabla III.4.1

Distancia (cm)	Aceleración (cm/s ²)					a _{prom.}
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	
10	30.3	30.3	30.5	30.6	30.2	30.38
20	29.6	30.1	30.4	29.9	29.9	29.98
40	27.3	28	28.7	28	27.4	27.88

Con las aceleraciones obtenidas y usando las siguientes ecuaciones podemos obtener los demás parámetros necesarios para analizar el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado.

Si:

$$S_f = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Considerando que se parte del reposo,

$$S_f = \frac{1}{2}at^2$$

Dónde:

$$t^2 = \frac{S_f}{a}$$

$$t = \sqrt{\frac{S_f}{a}}$$

Si,

$$v_f^2 = v_0^2 + 2as$$

Tenemos finalmente que:

$$v_f = \sqrt{2as}$$

Tabla III.4.2

Distancia (cm)	Aceleración promedio (cm/s ²)	t (s)	t ² (s ²)	v _f (cm/s)
10	30.38	0.57	0.33	24.64
20	29.98	1.22	1.50	34.62
40	27.88	1.20	1.43	47.22

ANÁLISIS

Al realizar esta práctica se pudo observar que la forma de soltar el carro dinámico del reposo hace que existan variaciones en los valores de la aceleración, sin embargo resultó útil el desarrollo de la práctica pues con los valores arrojados por el Smart Timer y los cálculos posteriores se pueden obtener las demás variables cinemáticas del movimiento uniformemente acelerado y sus respectivas graficas de forma más directa.

Preguntas

¿Cómo se relaciona la inclinación con el valor de la aceleración?

El valor de la aceleración varía en forma directamente proporcional al valor del ángulo de inclinación del plano.

¿La masa del móvil interviene en el valor de la aceleración?

En este caso no consideramos la masa del móvil, ya que la fricción se desprecia.

¿Se puede considerar nula la fricción?

Si, la consideramos nula esto debido a como están diseñados los rodamientos terminados en punta.

PRACTICA 5

III.V TIRO PARABÓLICO

INTRODUCCIÓN

Se denomina movimiento parabólico al realizado por un objeto cuya trayectoria describe una parábola. Corresponde con la trayectoria ideal de un proyectil que se mueve en un medio que no ofrece resistencia al avance y que está sujeto a un campo gravitatorio uniforme.

El movimiento parabólico completo puede ser analizado como la composición de dos movimientos rectilíneos: un movimiento rectilíneo uniforme horizontal y un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado vertical.

El movimiento parabólico es uno de los movimientos particulares del movimiento plano o bidimensional; es fácilmente observado ya que se produce cuando un cuerpo es lanzado con una velocidad inicial de cualquier magnitud y con un ángulo de salida.

MATERIAL Y EQUIPO

1 SMART TIMER

2 FOTOPUERTAS

1 LANZADOR DE PROYECTILES

1 BALÍN

1 FLEXÓMETRO

1 PRENSA

1 PANTALA DE IMPACTO

OBJETIVO

El objetivo es cotejar teórica y prácticamente los resultados del tiro parabólico

DESARROLLO

Armarse el dispositivo de la siguiente manera:

1. Fije el lanzador de proyectiles PASCO a la mesa de trabajo mediante una prensa de tornillo y coloque las fotopuertas al lanzador de tal manera que la bola de disparo pase por el haz de cada fotopuerta y el Smart Timer pueda registrar el tiempo.

El diagrama siguiente muestra la configuración que debe seguirse para el experimento.

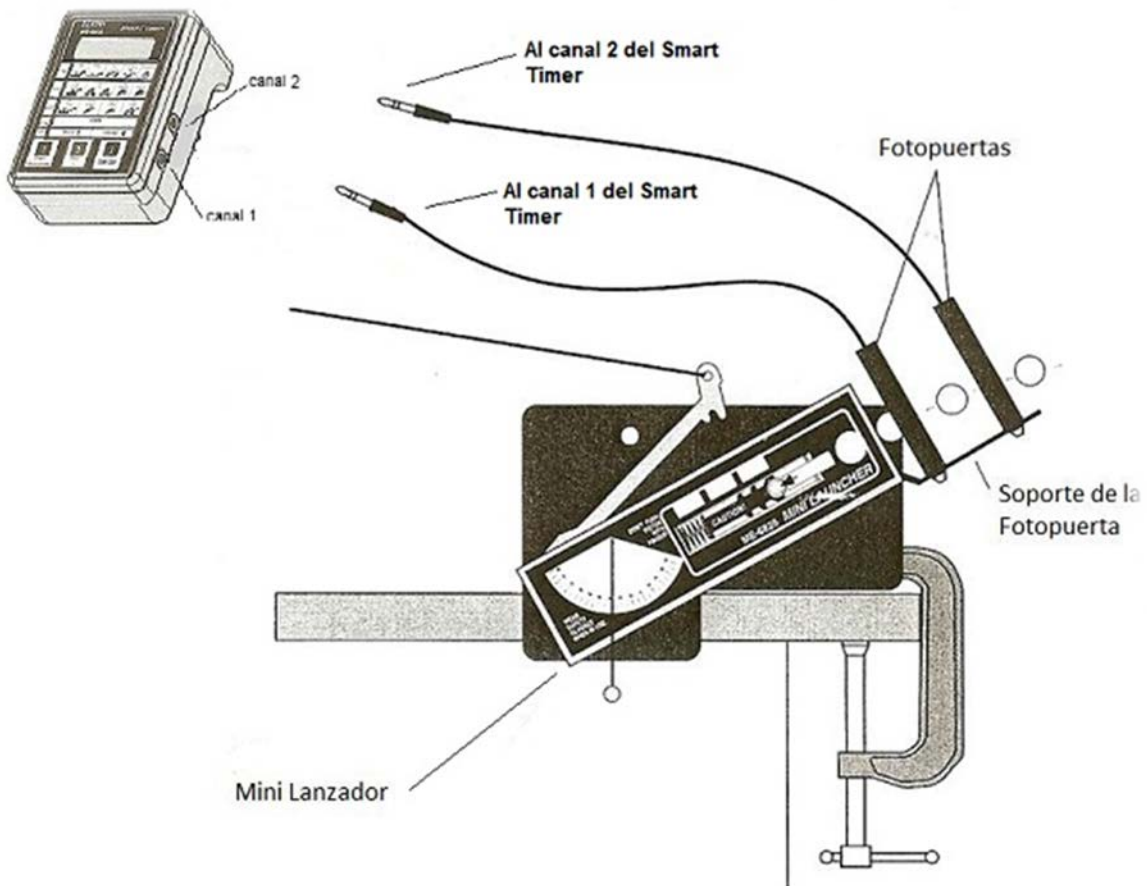


Figura III.5.1. Diagrama del experimento de tiro parabólico



Figura III.5.2 Configuración del experimento de tiro parabólico en el laboratorio

2. Fije una distancia de 5 cm entre cada fotopuerta para calcular la velocidad instantánea.
3. Seleccione una compresión del resorte, en este caso se colocará la bola de disparo en la segunda posición. Ajustar a 25° el ángulo de inclinación del lanzador de proyectiles.
4. Conecte la fotopuerta por la que pasará en primer lugar la bola de disparo al canal de entrada 1 y la segunda fotopuerta en el canal de entrada 2.
5. Encienda el Smart Timer y elija el modo **Time: Two Gates**. [Pulse el botón de selección de medición hasta elegir la medida de tiempo y posteriormente el modo de 2 fotopuertas (Two Gates)]
6. Realizar 3 disparos, obtener los respectivos tiempos y registrarlos en la tabla III.5.1
7. Con los resultados de la tabla obtener los demás valores del tiro parabólico.

Tabla III.5.1

Distancia	t_1	t_2	t_3	$t_{\text{Prom.}}$
5 cm	0.0117 s.	0.0102 s.	0.0101 s.	0.0106 s.

De acuerdo a los datos:

$$V_0 = \frac{d}{t} = \frac{0.05m}{0.0106s}$$

$$V_0 = 4.71 \frac{m}{s}$$

Para encontrar los valores de las componentes del disparo:

La componente en X

$$V_{0x} = V_0 \cos \theta$$

$$V_{0x} = (4.71 \frac{m}{s})(\cos 25^\circ)$$

$$V_{0x} = 4.268 \frac{m}{s}$$

Y la componente en Y.

$$V_{0y} = V_0 \sin \theta$$

$$V_{0y} = (4.71 \frac{m}{s})(\sin 25^\circ)$$

$$V_{0y} = 1.990 \approx 2 \frac{m}{s}$$

Para encontrar la altura máxima (h_{max}) es de acuerdo a lo siguiente.

Partiendo de:

$$S_f = S_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Donde $S_f = h_{max}$

$$h_{max} = S_{f_{max}} = S_0 + V_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

Dado que:

$$a = -(g)$$

$$V_{fy} = V_{0y} + at$$

$$V^2_f = V^2_{0y} + 2aS_{max}$$

El cálculo del tiempo lo obtenemos de la siguiente ecuación:

$$\text{Si, } V_{fy} = V_{0y} - gt$$

$$\text{Entonces, } V_{0y} = gt$$

$$\text{Por lo tanto, } t_{hmax} = \frac{V_{0y}}{g}$$

Sustituyendo los valores:

$$t = \frac{2\frac{m}{s}}{9.81\frac{m}{s^2}} = 0.2038 \text{ s}$$

La altura máxima alcanzada por el proyectil la podemos encontrar de la siguiente manera:

$$h_{max} = S_{fmax} = V_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$h_{max} = \left(2\frac{m}{s}\right)(0.2038s) - \frac{1}{2}(9.81\frac{m}{s^2})(0.2038s)^2$$

$$h_{max} = 0.2038 \text{ m}$$

El alcance máximo horizontal del proyectil lo obtenemos a partir de:

$$V_{0x} = \frac{x}{t}$$

$$x_{max} = V_{0x}(2T)$$

$$x_{max} = \left(4.268\frac{m}{s}\right)[(2)(0.4076)s]$$

$$x_{max} = 3.4792 \text{ m}$$

ANÁLISIS

A partir de los datos que se obtuvieron con las lecturas del experimento se pueden encontrar todas las variables de importancia ya que el Smart Timer permite debido a su versatilidad encontrar de manera directa los valores que se necesitan, haciéndolo con la configuración adecuada para cada experimento.

Preguntas

¿Por qué considera el valor de velocidad inicial al pasar por las compuertas?

Debido a que la distancia entre compuertas es muy corta y se desprecia el ángulo de salida

¿Con los valores de velocidad inicial y ángulo de salida puede describir todo el movimiento parabólico?

Si, como se muestra en las siguientes formulas:

$$V_{0x} = V_0 \cos \theta$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \theta$$

Para encontrar la altura máxima (h_{max}) de acuerdo a la ecuación:

$$h_{max} = S_{f_{max}} = S_0 + V_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$V_{fy} = V_{0y} + at$ de donde podemos despejar para encontrar el tiempo (t)

$$V_f^2 = V_{0y}^2 + 2aS_{max}$$

El alcance máximo horizontal del proyectil lo obtenemos a partir de:

$$V_{0x} = \frac{x}{t}$$

$$x_{max} = V_{0x}(2T)$$

Describa ejemplos en donde se de esta clase de movimiento.

Principalmente lo podemos encontrar en los deportes donde se realicen lanzamientos de una pelota, disparo de un arma, etcétera.

CONCLUSIONES

El uso adecuado del equipo Smart Timer, permite la elaboración de estas prácticas propuestas desde otra óptica, debido a que se tiene una mayor versatilidad al adquirir los datos a través de los diferentes sensores, la precisión en los datos superó a los obtenidos por los métodos utilizados con cronómetros, además permite obtener los valores de las variables directamente como son la velocidad, aceleración, conteos, y cronómetro digital para realizar mediciones que no se podían hacer en el laboratorio con el equipo existente.

El alumno con este tipo de prácticas propuestas tiene mayor tiempo en el laboratorio para realizar el análisis de los fenómenos estudiados y comparar los valores obtenidos con los esperados teóricamente.

Las prácticas mostradas son únicamente para demostrar el uso y manejo de equipo, pero en realidad se puede realizar un número mucho mayor de prácticas, lo que permitiría que el alumno que cursa la carrera de ingeniería en cualquiera de sus ramas saliera mejor preparado en la ciencia básica de Física.

BIBLIOGRAFIA

SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I y II, Pearson, 1999

M.ALONSO, E.J.FINN. Física. Addison-Wesley. Iberoamericana, México, 1995

HALLIDAY, RESNICK, WALTER. Fundamentos de Física. CECSA, 2001

R.C. HIBBELER Ingeniería Mecánica. Dinámica. Prentice Hall, 2010

RAYMOND A. SERWAY, JOHN W. JEWETT JR. Física para ciencias e ingenierías. Vol. II Thompson, 2005

HIGDON, STILES DAVIS, EVCES, WEESE. Ingeniería Mecánica, tomo II Dinámica vectorial. Prentice Hall, 1982

EUGENE HECHT. Fundamentos de Física. Thompson, 2001

WELLS, SLUSHER. Física para ingeniería y ciencias. McGraw Hill, 1985