

6.1 Objetivos

6.1.1 General

Determinar la aceleración de la gravedad utilizando la máquina de Atwood.

6.1.2 Específicos

• Estudiar las leyes de movimiento de Newton.

www.uan.edu.co

• Medir la aceleración de las masas usando una fotocompuerta.

6.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

Una máquina de Atwood es un dispositivo simple que fue inventado por George Atwood en 1784 para ilustrar la dinámica de las leyes de Newton [1]. La máquina consta de dos masas conectadas por una cuerda que corre sobre una polea, como se puede observar en la Figura 6.1. Para una máquina de Atwood ideal, asumiremos que la polea no tiene masa ni fricción, que la cuerda no se puede deformar (longitud constante) y no tiene masa.



Figura 6.1: Máquina de Atwood.

0

in

 \mathfrak{V}

⊳







Capítulo 6. Máquina de Atwood

La segunda ley de Newton establece que la aceleración que experimenta una masa es proporcional a la fuerza total que se le aplica e inversamente proporcional a su masa:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{total}}{m} \tag{6.1}$$

Una de las formas de usar la segunda ley de Newton es dibujando un diagrama de cuerpo libre para las masas en el sistema, y luego escribir las ecuaciones de la sumatoria de fuerzas para cada diagrama de cuerpo libres ($m_2 > m_1$). Para una máquina de Atwood, solo hay fuerzas que actúan sobre las masas en la dirección vertical, por lo que solo necesitaremos escribir la ecuación de la suma de fuerzas para la dirección y. De acuerdo con los diagramas de cuerdo libre, podemos observar que sobre cada una de las masas actúan dos fuerzas: el peso (\vec{P}) y la tensión (\vec{T}). Suponiendo una cuerda ideal, la tensión es la misma en toda la cuerda y usando la convención de que hacia arriba es la dirección positiva y hacia abajo es la dirección negativa, podemos escribir las siguientes ecuaciones para cada masa (Ecuación 6.2 y 6.3).

$$\vec{T} - m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a} \tag{6.2}$$

$$\vec{T} - m_2 \vec{g} = -m_2 \vec{a} \tag{6.3}$$

6.3 Actividades Previas al Laboratorio

- 1. Nombre una aplicación en la vida real para la máquina de Atwood.
- 2. Dibuje el diagrama de cuerpo libre para cada una de las masas.
- 3. Dos masas, m_1 y m_2 , cuelgan de una cuerda sin masa y sobre una polea sin fricción. Si $m_2 > m_1$, determine la aceleración de las dos masas cuando se liberan del reposo.
- 4. Teniendo en cuenta el resultado obtenido en el punto 3, determine la aceleración del sistema si $m_1 = 2 kg y m_2 = 5 kg$.
- 5. Unos científicos llevan una máquina de Atwood con 100 g en un lado y 110 g en el otro. Si la aceleración del sistema se mide en 0, 176 m/s^2 en este planeta, ¿Cuál es la aceleración debida a la gravedad en ese planeta? ¿Qué planeta del sistema solar es?

0

6.4 Materiales

Para la práctica de laboratorio se necesitan los siguientes elementos:

www.uan.edu.co

48





6.5 Procedimiento



Figura 6.2: Elemento para la realización de la práctica.

- 1. Juego de masas (Figura 6.2(a)).
- 2. Cuerda (Figura 6.2(b)).
- 3. Sensor Fotocompuerta (Vernier Go Direct) (Figura 6.2(c)).
- 4. Polea de surco con su soporte (Figura 6.2(d)).
- 5. Balanza analítica (Figura 6.2(e)).
- 6. Soporte Universal (Figura 6.2(f)).
- 7. Nuez doble (Figura 6.2(g)).
- 8. Celular con la aplicación "Vernier Graphical Analysis" instalada (Figura 6.2(h)).

6.5 Procedimiento

6.5.1 Montaje máquina de Atwood

1. - Conecte la polea a la fotocompuerta usando la varilla de montaje para que los radios de la polea giratoria interrumpan el haz de la fotocompuerta, de acuerdo con la Figura 6.3.



Figura 6.3: Montaje Fotocompuerta - Polea Vernier Go Direct.

0

lin

 \mathfrak{O}

 \triangleright







Capítulo 6. Máquina de Atwood

2. Monte la fotocompuerta-polea al soporte universal. Use la nuez doble para realizar el montaje. Coloque la fotocompuerta con la polea en la parte superior de la varilla (Figura 6.4).



Figura 6.4: Soporte universal con fotocompuerta.

3. Coloque la cuerda en la polea, pasando un extremo a través del espacio entre la polea y su marco. Ate dos masas de igual magnitud (100 g) en los extremos de la cuerda.

6.5.2 Configuración de la aplicación Vernier Graphical Analysis

www.uan.edu.co

1. Para la toma de datos, usaremos un celular, preferiblemente con sistema operativo Android, con la aplicación Vernier Graphical Analysis instalado, Figura 6.5(a).

954 • (a) 000004	10:13 № (b) ७०.ಆ.*⊿∎	10:13 M (C) U +0 4 4 ⊿ ∎
	ATTADE GRAPHICAL ANALYSIS" ×	Sensores X
Constitution and a second of the second of t	Comenzar toma de datos Tome datos de los sensores	Sin dispositivos conectados A continuación conéctese a un dispositivo inalámbrico o conéctese a través de USB.
Rosci	Compartir datos Corecte a través de WIFI a un LabQuest o a	Dispositivos wireless encontrados
A A MARTIN	Entrada manual	GO DIRECT LANDON TITTELAN
AND AN AND THE REAL OF	123 Introduzca datos a través del teclado o copiando/pegando	S CONEXIÓN DE PROXIMIDAD
	ABRIR FICHERO GRABADO	Buscando dispositivos
	ELEGIR FICHERO	
	EXPERIMENTOS DE MUESTRA	
	VER EXPERIMENTOS	
	DE VERNIER.COM	
	<u>Manual de usuario</u> Co Direct Senere	
	C Datos de muestra	
ALUE STATISTICS AND ADDRESS AND	-Materia	НЕСНО
March Sak The L	Vernier	

Figura 6.5: (a) Aplicación Vernier Graphical Analysis, (b) Comenzar toma de datos y (c) Conectar el sensor con el celular por medio de bluetooth.

0

 \mathfrak{O}

 \triangleright

50





6.5 Procedimiento

- 2. Al abrir la aplicación vamos a buscar la opción Toma de Datos, Figura 6.5(b).
- 3. Activamos nuestra fotocompuerta (debemos tener activado el bluetooth del celular) y buscamos el ID de nuestra fotocompuerta asignado. NOTA: No utilizar las funciones del celular para realizar la conexión con el sensor. La conexión se debe realizar exlusivamente utilizando la aplicación Vernier Graphical Analysis.
- Cuando tenemos conectada nuestra fotocompuerta, activamos el canal del sensor Puerta 2 Estado de puerta y desactivamos las demás opciones. Al finalizar, seleccionamos la opción HECHO (ver Figura 6.6a).

4:14 ⊙ ≌ О №	4:28 O 94	© 12 40-⊿ 0	4:20 ☉ ଅ O H ೮ ೮ ೮ 4 ⊿ G
(a) ^{Sensores ×}		s (**) 5 🖽 ···	(C) Ajustes de la toma de datos X
Dispositivos conectados	0.50		Modo
* GDX-VPG 0J104050 Desconectar	0.45		Tiempo de fotopuerta 👻
CANALES DE SENSOR Poerta 2 - Estado de puerta	0.40		
	0.35		Medida
Velocidad			Velocidad a traves de la puerta
Aceleración del objeto	12 0.00		Movimiento lineal (distancia, velocidad, aceleración)
Puerta 1 - Estado de puerta	0.25		
Laser de la puerta - Estado de puerta	8 0.20		Objeto Ultra Polea - en surco 👻
Puerta remota - Velocidad del objeto	0.15		Espaciado
Puerta remota - acelaracion	616		0.015 m
Tiempo de puerta 1 / puerta remota	0.10		
	0.05		Numero de banderas
Dispositivos wireless encontrados	0	015 070 075	10
		0.15 0.20 0.25	Fin de la terra de dates
	Ľ @ Tiempo	(4)	esqués del ajuste de la bandera
	Datos 1		Manualmente
S CONEXIÓN DE PROXIMIDAD	···· Distance (m) ··· Veloci	dad Aceleracion	
Buscando dispositivos	1		Movimiento angular (distancia, velocidad, aceleración)
НЕСНО			Temporizador o Periodo
			Lanzador de proyectil
	4		
	Modo: Tiempo de fotopuerta Movimiento line	at Estado puerta 2:	CANCELAR

Figura 6.6: (a) Configuración canales de sensor, (b) pantalla principal de la aplicación y (c) ajuste de la toma de datos.

- 5. Luego, en la pantalla principal de la aplicación, buscamos la opción modo tiempo de fotocompuerta, Figura 6.6b.
- 6. Para terminar con el ajuste del sensor, seleccionamos la opción movimiento lineal y colocamos como objeto: Ultra polea en surco. Los otros parámetros no se deben modificar. La configuración final debe ser similar a la presentada en la Figura 6.6c.
- 7. Por último, en la pantalla de toma de datos, debemos cambiar la opción de distancia por aceleración.

0

www.uan.edu.co

51





52

Capítulo 6. Máquina de Atwood

6.5.3 Toma de Datos: Masa Total Variable.

- 1. En un extremo de la cuerda agregamos una masa de 10 g (100 g + 10 g) para un total de 110 g y la colocamos lo más cerca posible de la polea. El lado opuesto de la cuerda tendrá una masa fija de 100 g.
- 2. Comience la toma de datos. Suelte la masa de 110 g. Cuidado: Sujete la masa de 100 g justo antes de que golpee la polea.
- 3. Use la aplicación para determinar el valor promedio de la aceleración y registre este valor en la Tabla 6.1 y 6.2. También incluya el valor de las masas usadas durante la toma de datos. Se recomienda pesar las masas usando una balanza digital al momento de realizar los cálculos.
- 4. Repita la toma de datos para las siguientes masas: 120 g, 130 g, 140 g, 150 g, 160 g, 170 g, 180 g, 190 g y 200 g.

$m_1(g)$	$m_2(g)$	Aceleración experimental (m/s^2)	Aceleración teórica (m/s^2)	% Error



6.6 Análisis Cuantitativo y Cualitativo

www.uan.edu.co

- 1. Determine la diferencia entre las masas m_2 y m_1 y la suma entre m_2 y m_1 para cada ensayo y registre los valores en la Tabla 6.2.
- 2. Realice la gráfica de aceleración vs la diferencia entre las masas m_2 y m_1 . Verifique que los títulos de los ejes y las unidades sean correctos. Analice los resultados obtenidos.
- 3. De acuerdo con sus datos, exprese la relación entre la aceleración y la diferencia de masas.
- 4. Realice la gráfica de aceleración vs la suma total entre las masas m_2 y m_1 . Analice los resultados obtenidos.
- 5. De acuerdo con sus datos, exprese la relación entre la aceleración y la suma total entre las masas.
- 6. Combine las dos relaciones anteriores en una sola proporcionalidad que exprese la relación entre la aceleración de la maquina de Atwood, la diferencia de masas y la suma total de masas.
- 7. Realice la gráfica de aceleración vs $\frac{m_2-m_1}{m_2+m_1}$ y compare los resultados obtenidos con el punto 5 de esta sección. ¿Qué representa la pendiente?



Laboratorio de Física

7 Referencias 5				53	
$m_1(g)$	$m_2(g)$	Aceleración experimental (m/s^2)	$m_2 - m_1 (g)$	$m_2+m_1(g)$	$\frac{m_2 - m_1}{m_2 - m_1}$

Tabla 6.2: Tratamiento de datos experimentales

6.7 Referencias

[1] Serway RA, Kirkpatrick LD. Física para Ciencias e Ingeniería. Séptima. Editores CL, editor. Vol. 26, The Physics Teacher. Mexico: Cengage Learning; 2008. 254–255 p.