

4.8

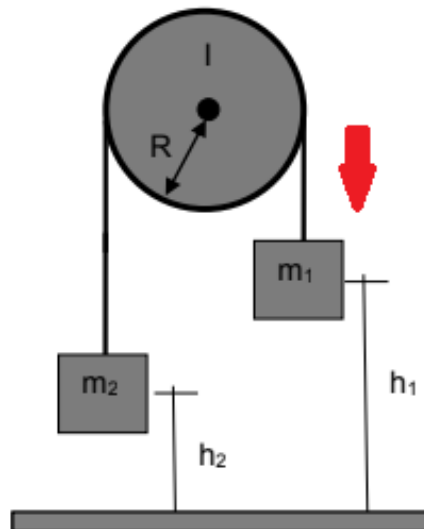
## RESUMEN

La máquina de Atwood es un dispositivo que, mediante el análisis de la mecánica clásica y las leyes newtonianas, nos permite llegar a ecuaciones sencillas utilizando masas conocidas y la fuerza gravitatoria. En el siguiente informe, se explorará el uso de esta máquina para realizar el proceso inverso y obtener un valor preciso de la gravedad. Esto se logrará mediante el uso de la herramienta Cronolab, que cuenta con una polea en el laboratorio. Además, se llevará a cabo un análisis de la ecuación correspondiente a la máquina, y se explicará el procedimiento utilizado para la toma de muestras.

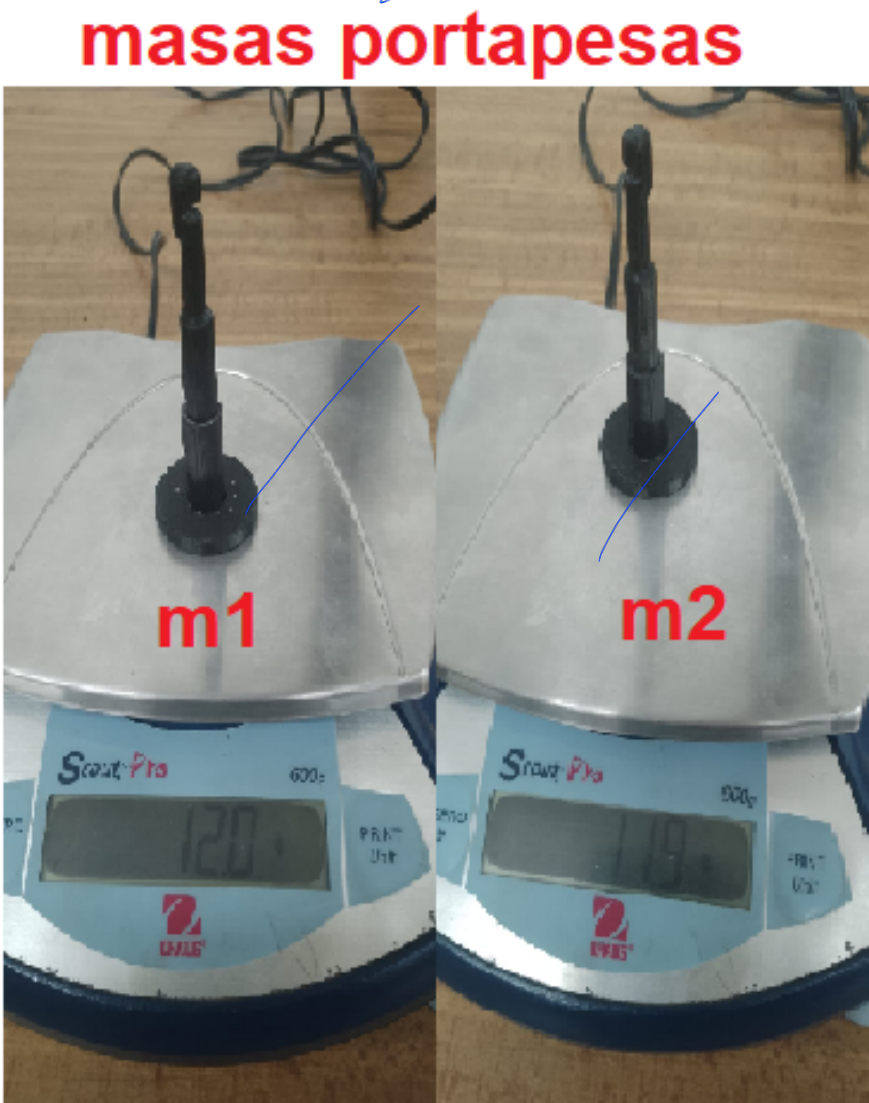
## 1. OBSERVACIONES Y METODOLOGÍA

La Máquina de Atwood consiste en dos masas conectadas por una cuerda que pasa por una polea. Las masas pueden tener valores diferentes, y la polea es típicamente liviana y se considera sin fricción. Las fuerzas de gravedad actúan sobre las masas, y la diferencia en las masas provoca una aceleración neta en el sistema. La dirección de la aceleración depende de cuál de las dos masas sea mayor(en este caso será  $m_1$ ).

La relación entre las masas y la aceleración se puede calcular utilizando las leyes de Newton y la ecuación de la segunda ley de Newton ( $F = m * a$ ).



Gracias al gráfico anterior podemos notar con mayor precisión el uso de este dispositivo, donde  $m_2$  tendrá sólo el peso del portapesas (por lo que será constante) y  $m_1$  además de tener este mismo peso tendrá una masa que se irá incrementando entre 4g y 5g a lo largo del laboratorio.



Así entonces quedarían todas las masas teniendo en cuenta estas consideraciones (dadas en gramos):

Medida	Medid	Medida	Medida	Medida
#1	a #2	#3	#4	#5
m1	m1	m1	m1	m1
21.4	25.8	31	35.3	39.4
m2	m2	m2	m2	m2
12	12	12	12	12

Se tomaron 5 mediciones en total después de las variaciones de las masas, donde se utilizó la herramienta CronoLab para tomar un  $Tao$  entre los agujeros de la polea y así conseguir un tiempo en segundos. Se tomaron un total de 30 muestras en el lapso desde que  $m_1$  pasa por  $hi_1$  hasta  $hf_1$ .

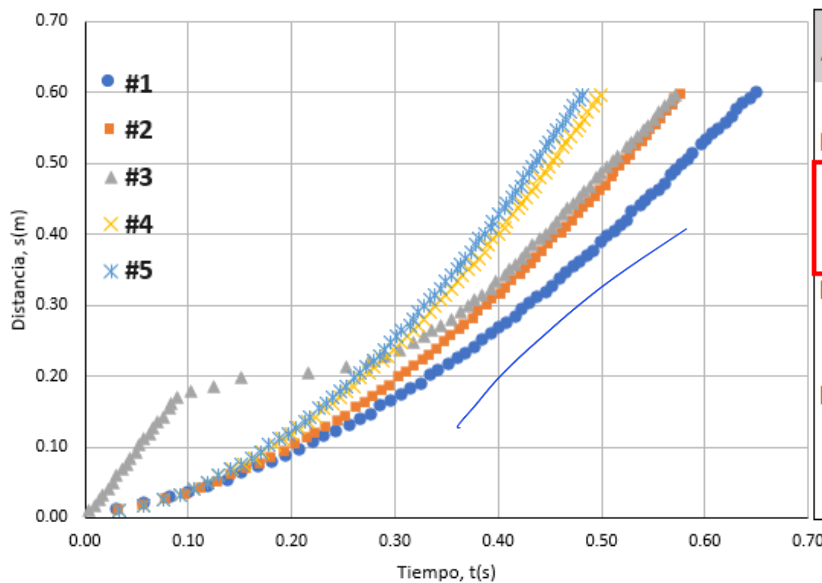
Estos tiempos se utilizaron en el archivo de Excel que nos ayudó a encontrar la aceleración de la máquina con las masas correspondientes.

## 2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de insertar los datos obtenidos en el laboratorio en el archivo de Excel, se obtuvieron los siguientes datos que nos ayudarán al análisis y resolución del laboratorio.

Ajustes Medida #1	Ajustes Medida #2
<b>MATRIZ DE CÁLCULO (3x2)</b> <div> <div>1.494345107 0.000000000</div> <div>0.010713037 #N/D</div> <div>0.996466256 0.020915997</div> </div> <div>a b</div> <div><math>\Delta a</math> <math>\Delta b</math></div> <div>R</div>	<b>MATRIZ DE CÁLCULO (3x2)</b> <div> <div>1.87001 0.00000</div> <div>0.01126 #N/D</div> <div>0.99750 0.01758</div> </div> <div>a b</div> <div><math>\Delta a</math> <math>\Delta b</math></div> <div>R</div>
<b>RESULTADO AJUSTE</b> <div>a= 1.494 <math>\pm</math> 0.011</div> <div>b= 0.000 <math>\pm</math> #N/D</div>	<b>RESULTADO AJUSTE</b> <div>a= 1.870 <math>\pm</math> 0.011</div> <div>b= 0.000 <math>\pm</math> #N/D</div>
<b>RESULTADOS DEL EXPERIMENTO</b> <div>Aceleración= 2.989 <math>\pm</math> 0.02143 m/s<sup>2</sup></div> <div>Vo= 0.000 <math>\pm</math> #N/D m/s</div> <div>g= 12.209</div>	<b>RESULTADOS DEL EXPERIMENTO</b> <div>Aceleración= 3.740 <math>\pm</math> 0.023 m/s<sup>2</sup></div> <div>Vo= 0.000 <math>\pm</math> #N/D m/s</div> <div>g= 11.599</div>
Ajustes Medida #3	Ajustes Medida #4
<b>MATRIZ DE CÁLCULO (3x2)</b> <div> <div>1.97504 0.00000</div> <div>0.04646 #N/D</div> <div>0.96323 0.06747</div> </div> <div>a b</div> <div><math>\Delta a</math> <math>\Delta b</math></div> <div>R</div>	<b>MATRIZ DE CÁLCULO (3x2)</b> <div> <div>2.48876 0.00000</div> <div>0.01182 #N/D</div> <div>0.99845 0.01387</div> </div> <div>a b</div> <div><math>\Delta a</math> <math>\Delta b</math></div> <div>R</div>
<b>RESULTADO AJUSTE</b> <div>a= 1.975 <math>\pm</math> 0.046</div> <div>b= 0.000 <math>\pm</math> #N/D</div>	<b>RESULTADO AJUSTE</b> <div>a= 2.489 <math>\pm</math> 0.012</div> <div>b= 0.000 <math>\pm</math> #N/D</div>
<b>RESULTADOS DEL EXPERIMENTO</b> <div>Aceleración= 3.950 <math>\pm</math> 0.093 m/s<sup>2</sup></div> <div>Vo= 0.000 <math>\pm</math> #N/D m/s</div> <div>g= 9.979</div>	<b>RESULTADOS DEL EXPERIMENTO</b> <div>Aceleración= 4.978 <math>\pm</math> 0.024 m/s<sup>2</sup></div> <div>Vo= 0.000 <math>\pm</math> #N/D m/s</div> <div>g= 11.173</div>

Distancia en función del tiempo



## Ajustes Medida #5

### MATRIZ DE CÁLCULO (3x2)

2.663490846	0.000000000	a	b
0.011070997	#N/D	Δa	Δb
0.998809299	0.012141222	R	

### RESULTADO AJUSTE

a=	2.663	±	0.011
b=	0.000	±	#N/D

### RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

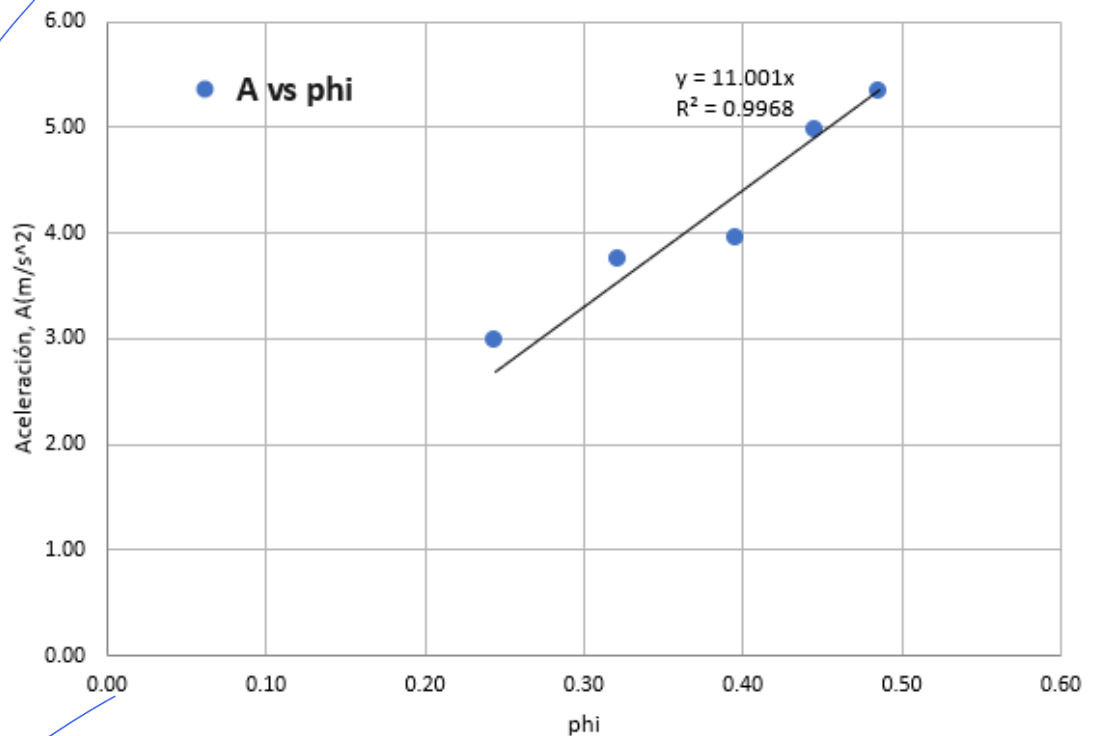
Aceleración=	5.327	±	0.022 m/s <sup>2</sup>
Vo=	0.000	±	#N/D m/s
g=	10.965		

## A vs phi

A	phi
2.989	0.2448
3.740	0.3224
3.950	0.3958
4.978	0.4455
5.327	0.4858

Qué es A?

Aceleración en función phi



Partiendo de un sistema que originalmente está en reposo, se tiene que la velocidad ( $v$ ) y posición ( $x$ ) corresponden a:

$$v = at$$

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

Estas relaciones las vamos a usar para hallar la aceleración, considerando lo siguiente:

- $h_1$  y  $h_2$ : las alturas de las masas respecto a un nivel de referencia.
- $v$ : la rapidez de las masas.
- $\omega$ : la velocidad angular de rotación de la polea.

Sabiendo que la energía mecánica total del sistema es la suma de las energías cinética y potencial, se tiene la siguiente relación:

$$E = (m_1 + m_2)v^2 + I\omega^2 + (m_1 + m_2)gh$$

Además, se supone un sistema ideal en el que no hay pérdida de energía, por lo que  $\frac{dE}{dt} = 0$ .

$$\frac{dE}{dt} = (m_1 + m_2)v \frac{dv}{dt} + I\omega \frac{d\omega}{dt} + g \left( m_1 \frac{dh_1}{dt} + m_2 \frac{dh_2}{dt} \right) = 0$$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \omega = \frac{v}{R} \quad \alpha = \frac{d\omega}{dt}, \quad a = \alpha$$

$$\text{Con } m_1 > m_2 \rightarrow \frac{dh_2}{dt} = v = -\frac{dh_1}{dt}$$

$$(m_1 + m_2)va + I\frac{v}{R}a + g(-m_1v + m_2v) = 0$$

$$(m_1 + m_2)a + \frac{I}{R}a + g(-m_1 + m_2) = 0$$

$$\left(m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}\right)a + g(-m_1 + m_2) = 0$$

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}} * g, \quad I = \frac{1}{2} * m_{polea} R^2$$

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2 + \frac{m_{polea}}{2}} g$$

En el caso particular de despreciar la masa de la polea, la aceleración es:

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

Con esta fórmula se pueden hallar los resultados esperados (teóricos) para luego compararlos con los experimentales.

	Medidas teóricas				
#	1	2	3	4	5
m1 +- 0,1g	21,4	25,8	31,0	35,3	39,4
m2 +- 0,1g	12	12	12	12	12
Aceleración (m / s <sup>2</sup> )	2,761	3,581	4,335	4,832	5,229
Incertidumbre aceleración (m / s <sup>2</sup> )	0,036	0,044	0,050	0,054	0,057
%Error	7,631	4,240	9,738	2,925	1,831

En la tabla se usó  $g = 9,81$ . *unidad  $\frac{m}{s^2}$*

### 3. SOLUCIÓN A PREGUNTAS DE LA PRÁCTICA

Compactando los resultados arrojados por las tablas de Excel tenemos la siguiente tabla:

	Medidas experimentales				
#	1	2	3	4	5
m1 +- 0,1g	21,4	25,8	31	35,3	39,4
m2 +- 0,1g	12	12	12	12	12
Aceleración (m / s <sup>2</sup> )	2,989	3,74	3,95	4,978	5,327
Incertidumbre aceleración (m / s <sup>2</sup> )	0,02143	0,023	0,093	0,024	0,022
g (m / s <sup>2</sup> )	12,209	11,599	9,979	11,173	10,965
Promedio g	11,185				

Encontramos que diferencias porcentuales entre 0 y 10, diferencia que explicamos por no cumplir las condiciones ideales en las que se fundamentan las fórmulas, como por ejemplo que no haya fuerzas de fricción, condición que no se cumplió en la realización del experimento, lo que ocasiona ciertas discrepancias con los resultados esperados. Aun así, se considera que los resultados fueron lo suficientemente cercanos a los esperados, considerando que no cumplieron las condiciones que sustentan las fórmulas, además de haber tenido que repetir muchas mediciones por inconsistencias en los resultados, esto sugiere aún más que la precisión del experimento se vio afectada por diversas variables no controladas.

### 4. CONCLUSIONES

El presente experimento demostramos la relación de la velocidad instantánea con el tiempo acumulado, obtenida a partir de los tiempos instantáneos y la longitud at de arco.

Se ha analizado el efecto del rozamiento de las poleas en la aceleración del sistema, y se ha determinado el valor de la aceleración de la gravedad.

En resumen, podemos concluir que el experimento ha cumplido el objetivo de estudiar el movimiento de masas en la máquina de Atwood en el aire y que los valores calculados se ajustan y son compatibles, dentro de las limitaciones experimentales citadas. Por tanto, el experimento se ha desarrollado satisfactoriamente y se han logrado los objetivos propuestos.

Para que la máquina de atwood proporcione resultados veraces debe emplearse bajo condiciones ideales. Porque en condiciones ambientales existen aspectos como: la fricción entre el hilo y la polea, en el caso de nuestro laboratorio un factor que nos puso problemas al momento de la obtención de los datos fue, el aire que había en ese momento en el laboratorio por el aire acondicionado, lo cual pudo haber influido en los resultados obtenidos.

Otros valores que pueden tener gran importancia en los resultados obtenidos es la medición del tiempo, la cual en varias tomas tuvimos problemas por el hilo y la polea.

Empleando la máquina de Atwood se pudo estimar el valor de la gravedad en  $11,185 \text{ m/s}^2$ .

También podemos concluir que dos masas del mismo peso, suspendidas en el aire atado por un hilo que pasa por una polea tienden a estar en reposo (equilibradas), o quizás el sistema experimente un movimiento pero este será un movimiento rectilíneo uniforme, pero si colocamos dos masas de diferente tamaño el sistema experimentará un movimiento uniformemente acelerado.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- *Máquina de Atwood simple.* (s/f). Tesla.us.es. Recuperado el 16 de noviembre de 2023, de [http://tesla.us.es/wiki/index.php/Máquina\\_de\\_Atwood\\_simple](http://tesla.us.es/wiki/index.php/Máquina_de_Atwood_simple)
- *Una máquina de Atwood gigantesca.* (s/f). Ehu.es. Recuperado el 16 de noviembre de 2023, de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/celeste/atwood/atwood.htm>
- Aguilar, L. (s/f). 1G10,40. *Máquina de Atwood.* Edu.co. Recuperado el 16 de noviembre de 2023, de <https://demostrativosfisica.uniandes.edu.co/es/experimentos-demostrativos/1-mecanica/1g-se-gunda-ley-de-newton/1g10-fuerza-masa-y-aceleracion/23-1g10-40-maquina-de-atwood.html>
- Centeno, J. A. M. (s/f). m11. Ujaen.es. Recuperado el 16 de noviembre de 2023, de <https://www4.ujaen.es/~jamaroto/M12.HTML>

- *Atwood's Machine*. (s/f). Gsu.edu. Recuperado el 16 de noviembre de 2023, de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/atwd.html>

