UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE INGENIERIA

MATERIA
LABORATORIO DE FISICA BASICA I
SIGLA
FIS 100 L

EXPERIMENTO
DINAMICA ROTACIONAL

INFORME DE LABORATORIO Nro.
10

DATOS PERSONALES
APAZA MERCADO PAOLA BELEN
14133669 S.C.
INGENIERIA QUIMICA

GESTION
I/2025

INDICE

INDICE DE IMAGENES Y TABLAS

INFORME DE LABORATORIO Nro. 9

TEOREMA DE STEINER

1.- OBJETIVOS

1.1. - Objetivo General

* Verificar el análogo relacional de la segunda ley de Newton.

1.2. - Objetivo Especifico

* Comprobar la relación entre el torque y la aceleración angular.

* Comprobar la relación entre aceleración angular y el momento de inercia.

2 .- JUSTIFICACION:

2.1.- Segunda ley de Newton para la rotación:

Hasta ahora hemos hallado muchas contra partes a los términos traslacionales utilizados a lo largo de este texto; la más reciente, el torque, es el análogo rotacional de la fuerza. Esto plantea la pregunta: ¿Existe una ecuación análoga a la segunda ley de Newton, $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$, que implique al torque y al movimiento rotacional? Para investigarlo, comenzamos con la segunda ley de Newton para una sola partícula que rota alrededor de un eje y ejecuta un movimiento circular. Ejerzamos una fuerza $\vec{F}$

sobre una masa puntual m que se encuentra a una distancia r de un punto de apoyo ***(Figura A)***. La partícula está obligada a moverse en una trayectoria circular de radio fijo y la fuerza es tangente al círculo. Aplicamos la segunda ley de Newton para determinar la magnitud de la aceleración ***a = F/m***

en dirección a $\vec{F}$

* Recordemos que la magnitud de la aceleración tangencial es proporcional a la magnitud de la aceleración angular por $a = \tau\ \alpha$

* Sustituyendo esta expresión en la segunda ley de Newton, obtenemos

$$F = m\tau\,\alpha.$$

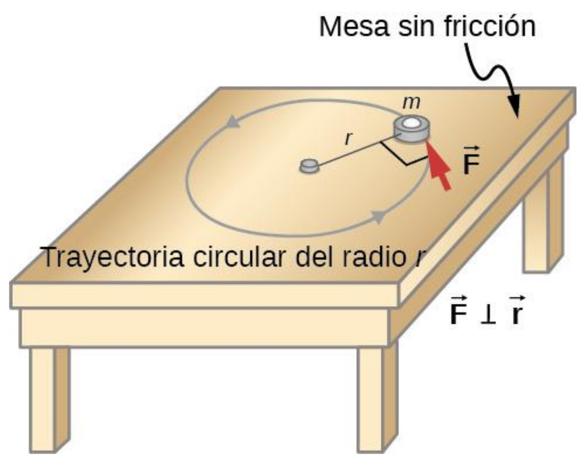


Figura (A)

* Un objeto se apoya en una mesa horizontal sin fricción y está unido a un punto de apoyo por una cuerda que suministra fuerza centrípeta. Una fuerza $\vec{F}$ se aplica al objeto perpendicularmente al radio ***r***, lo que provoca su aceleración en torno al punto de apoyo. La fuerza es perpendicular a ***r***.

Multiplique ambos lados de esta ecuación por ***r:***

$$r\,F = m\,r^2\,\alpha$$

Observe que el lado izquierdo de esta ecuación es el torque en torno al eje de rotación, donde r es el brazo de palanca y ***F*** es la fuerza, perpendicular a r. Recuerde que el momento de inercia de una partícula puntual es $I = m\,r^2$

* Por lo tanto, el torque aplicado perpendicularmente a la masa puntual en la ***Figura (A)*** es:

$$\tau = I\alpha.$$

*El torque sobre la partícula es igual al momento de inercia sobre el eje de rotación por la aceleración angula*r. Podemos generalizar esta ecuación a un cuerpo rígido que rota en torno a un eje fijo.

<u>Segunda ley de Newton para la rotación:</u>

Si, sobre un cuerpo rígido actúa más de un torque en torno a un eje fijo, la suma de los torques es igual al momento de inercia por la aceleración angular:

$$\sum_i \tau_i = I\alpha \qquad \textbf{(*)}$$

El término ***Iα*** es una cantidad escalar y puede ser positiva o negativa (en el sentido contrario de las agujas del reloj o en el sentido de las agujas del reloj), dependiendo del signo del torque neto. Recuerde la convención de que la aceleración angular en el sentido contrario de las agujas del reloj es positiva.

Así, si un cuerpo rígido rota en el sentido de las agujas del reloj y experimenta un torque positivo (en el sentido contrario de las agujas del reloj), la aceleración angular será positiva.

La Ecuación ***(*)*** es la segunda ley de Newton para la rotación y establece cómo relacionar el torque, el momento de inercia y la cinemática rotacional. Esto se denomina ecuación de la dinámica rotacional. Con esta ecuación, podemos resolver toda una clase de problemas relacionados con la fuerza y la rotación. Es lógico que la relación de la fuerza necesaria para hacer rotar un cuerpo incluya el momento de inercia, ya que es la cantidad que nos indica lo fácil o difícil que es cambiar el movimiento de rotación de un objeto.

Derivar la segunda ley de Newton para la rotación en forma vectorial

Como antes, cuando calculamos la aceleración angular, también podemos hallar el vector de torque. La segunda ley $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ nos indica la relación entre la fuerza neta y la forma de modificar el movimiento de traslación de un objeto. Tenemos un equivalente vectorial rotacional de esta ecuación, que se hallará al utilizar la relaciona la aceleración angular con los vectores de posición y de aceleración tangencial:

$$\vec{a} = \vec{\alpha} \times \vec{r}$$

Formamos el producto cruz de esta ecuación con $\vec{r}$ y utilizamos una identidad de producto cruz (tenga en cuenta que $\vec{r} \cdot \vec{\alpha} = 0$:

$$\vec{r} \times \vec{a} = \vec{r} \times (\vec{\alpha} \times \vec{r}) = \vec{\alpha} (\vec{r} \cdot \vec{r}) - \vec{r} (\vec{r} \cdot \vec{\alpha}) = \vec{\alpha} (\vec{r} \cdot \vec{r}) = \vec{\alpha} r2.$$

Ahora formamos el producto cruz de la segunda ley de Newton con el vector de posición $\vec{r}$,

$$\Sigma(\vec{r} \times \vec{F}) = \vec{r} \times (m\vec{a}) = m\vec{r} \times \vec{a} = mr2\vec{\alpha}$$

Al identificar el primer término de la izquierda como la suma de los torques, y ***mr^2*** como el momento de inercia, llegamos a la segunda ley de Newton para la rotación en forma vectorial:

$$\Sigma\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$$

Esta ecuación es exactamente la ***Ecuación (*)***, pero con el torque y la aceleración angular como vectores. Un punto importante es que el vector de torque está en la misma dirección que la aceleración angular.

2.2.- Aplicar la ecuación de la dinámica rotacional:

Antes de aplicar la ecuación de la dinámica rotacional a algunas situaciones cotidianas, repasemos una estrategia general de resolución de problemas para utilizarla con esta categoría de problemas.

Estrategia de Resolución De Problemas

Dinámica rotacional

* Examine la situación para determinar que el torque y la masa están involucrados en la rotación. Dibuje un esquema minucioso de la situación.

* Determine el sistema de interés.

* Dibuje un diagrama de cuerpo libre. Es decir, dibuje y marque todas las fuerzas externas que actúan sobre el sistema de interés.

* Identifique el punto de apoyo. Si el objeto está en equilibrio, debe estarlo para todos los puntos de apoyo posibles: elija el que más simplifique su trabajo.

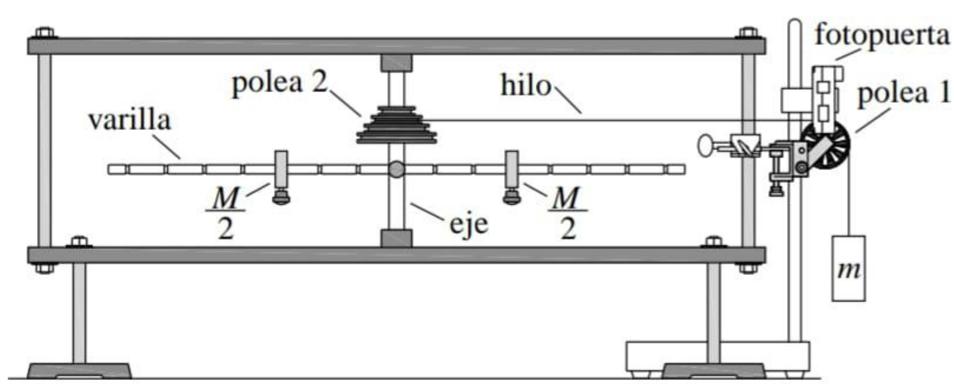
* Aplique $\sum_i \tau_i = I\alpha$, el equivalente rotacional de la segunda ley de Newton, para resolver el problema. Hay que tener cuidado de utilizar el momento de inercia correcto y tener en cuenta el torque alrededor del punto de rotación.

* Compruebe la solución para ver si es razonable.

3.- MARCO TEORICO

En la Figura 1 se muestra un arreglo con el que se estudiara el análogo rotacional de la segunda ley de Newton. La masa está colgante, ***m***, esta dada por un porta pesas atado al hilo que pasa por la polea 1 y está envuelto en la polea 2. La polea 2 esta unida a la parte rotatoria del arreglo cuyo momento de inercia se designa ***I***. Se asume que sin despreciables las masas del hilo y de la polea 1, así como el rozamiento en esa polea. Debido al peso de ***m***, se ejerce un torque $\boldsymbol{\tau_r}$. Con el sistema en movimiento, los rayos de la polea 1 obstruyen el haz infrarrojo de la fotopuerta en forma sucesiva; con masa ***M/2***, que se consideran puntuales, se colocan en la varilla para variar el momento de inercia de la parte rotatoria.

Figura 1



Para la parte rotatoria, la relación entre el torque (neto) $\boldsymbol{\tau}$ y la aceleración angular $\boldsymbol{\alpha}$ es

$$\tau = I\alpha \qquad (1)$$

siendo

$$\tau = \tau_m - \tau_r \qquad (2)$$

luego,

$$\tau_m - \tau_r = I\alpha \qquad (3)$$

Que puede escribirse como

$$\tau_m = \tau_r + I\alpha \qquad (4)$$

donde,

$$\tau_m - T\,r \qquad (5)$$

Siendo $\boldsymbol{T}$ la tensión en el hilo y $\boldsymbol{r}$, el radio utilizado en la polea 2. Aplicando la segunda ley de Newton a la masa $\boldsymbol{m}$,

$$mg - T = m\,a \qquad (6)$$

luego,

$$T = m\,(g - a) \qquad (7)$$

entonces,

$$\tau_m = m\,(g - a)\,r \qquad (8)$$

Por otra parte, $\boldsymbol{\alpha}$ puede determinarse como

$$\alpha = \frac{a}{r} \qquad (9)$$

Si el momento de inercia de la parte rotatoria sin masas en la varilla se designa ***I'***, con las masas ***M/2*** colocadas en la varilla a una distancia ***R*** de eje de rotación, el momento de inercia teórico de la parte rotatoria sera

$$I = I' + \frac{M}{2}R^2 + \frac{M}{2}R^2 = I' + MR^2 \qquad \textbf{\textit{(10)}}$$

Finalmente, la relación entre la aceleración angular y el momento de inercia es

$$\alpha = \tau \, I^{-1} \qquad \textbf{\textit{(11)}}$$

Para el estudio de esta relación se necesario mantener ***τ*** constante. Según las ecuaciones ***(2)***, ***(8)*** y ***(9)***, ***τ*** depende de ***α .*** sin embargo, si ***m*** es constante y ***a*** es pequeña comparada con ***g***, ***τ*** es prácticamente constante. Esto se aprovecha para realizar el citado estudio.

4.- MATERIALES UTILIZADOS:

* Varilla
* 2 Poleas
* Foto puerta
* Hilo
* Porta pesas de masa ***"m"***
* Balanza para pesar las masas
* 2 masas de "***M/2"***

5.- PROCEDIMIENTO:

1. Montar el arreglo de la Figura 1 sin incluir masas en la varilla, hilo y porta pesas. Llenar la Tabla 1 sin incluir masas en la varilla, hilo y porta pesas. Llenar la Tabla 1 de la Hoja de Datos midiendo con un vernier cuatro veces el diámetro, D. de la segunda ranura más pequeña de la polea 2 (girándola aproximadamente 45[°] para cada medición); calcular el diámetro promedio y, con éste, el radio, r. Usar un trozo de hilo de aproximadamente 1.2[m] de longitud. Introducir un extremo del hilo en el orificio que queda encima de la ranura de la polea 2 medida anteriormente y asegurarlo con el accesorio correspondiente. En el otro extremo del hilo atar un porta pesas cuya masa aproximada sea de 10[g]. Colocar el hilo sobre la polea 1 y envolverlo en la polea 2 hasta que el porta pesas quede colgado. Hacer los ajustes necesarios para que el hilo entre las dos poleas esté en dirección horizontal y que, visto desde arriba, esté en la dirección de la ranura de la polea 1. También se deben hacer los ajustes necesarios para que el haz infrarrojo de la fotopuerta sea obstruido por los rayos de la polea 1 cuando esta gira.

2. Abrir el archivo ROTACION.

**** Determinación de I’***

3. Medir la masa del porta pesas y registrarla en la Tabla 2 como el primer valor de ***m***.

4. Detener la parte rotatoria sujetando el eje en una posición tal que el haz infrarrojo de la fotopuerta pase entre dos rayos de la polea I sin ser obstruido (LED apagado) Activar el botón Registrar, el cual cambiará a Detener; entonces, soltar el eje. El porta pesas comenzará a descender y cuando el botón Detener vuelva a indicar Registrar, sujetar nuevamente el eje. La pantalla mostrará la aceleración, a, que se debe registrar en la Tabla 2. De

esta manera, se debe determinar la aceleración tres veces y calcular su promedio

5. Para completar la Tabla 2, añadir pesas al porta pesas de manera que la masa colgante sea de 50 [g] aproximadamente y determinar la aceleración como se hizo anteriormente.

**** Relación entre τ y α***

6. Usar como las masas M/2 dos masas de aproximadamente 100[g]. Medir la masa total de las dos masas y registrarla como M en la Tabla 3. Colocar y asegurar las masas en la tercera ranura de cada lado de la varilla (R=0.120[m]), como se muestra en la Figura 1. Llenar la Tabla 3 comenzando con un valor de m de 10 [g] aproximadamente e incrementándolo en pasos próximos a 10[g]

**** Relación entre α e I***

7. Anotar en la Tabla 4 el valor de M medido anteriormente. Usar una masa m de 50[g] aproximadamente, midiendo y registrando su valor. Llenar la Tabla 4, colocando las masas M/2, en forma secuencial, desde la primera a la quinta ranuras de cada lado de la varilla.

6.- TRATAMIENTO DE DATOS

6.1.- Determinación de *I'*

1. *A partir de las Tablas 1 y 2 de la Hoja de Datos, con el valor de **r** y los promedios de **a**, con las ecuaciones **(9)** y **(8)**, elaborar una **Tabla α - τ_m**.*

Mediante un análisis de regresión lineal con intersección no nula, determinar el valor medio de ***I'.***

Tabla 1

D1 [m]	*D2 [m]*	*D3 [m]*	*D4 [m]*	*D [m] (prom)*	*r [m]*
0,0452	*0,0452*	*0,0453*	*0,0453*	*0,04525*	*0,02263*

Tabla 2

m [Kg]	*a1 [m/s2]*	*a2 [m/s2]*	*a3 [m/s2]*	*a[m/s2] (prom)*
0,01	*0,0039*	*0,0038*	*0,0036*	*0,0038*
0,05	*0,0374*	*0,0381*	*0,0376*	*0,0377*

$$\tau_m = m\,(g - a)\,r \qquad (8)$$

$\tau_m = 0{,}01\,(9{,}775 - 0{,}0038)\,0{,}02263$

$\tau_m = 0{,}002211223$

$\tau_m = 0{,}002\ [Nm]$

$\tau_m = 0{,}05\,(9{,}775 - 0{,}0377)\,0{,}02263$

$\tau_m = 0{,}011017755$

$\tau_m = 0{,}011\ [Nm]$

$$\alpha = \frac{a}{r} \qquad (9)$$

$$\alpha = \frac{0{,}0038}{0{,}02263} \qquad\qquad \alpha = \frac{0{,}0377}{0{,}02263}$$

α = 0,167918692 ***α = 1,665930181***

α = 0,168 [1/s²] ***α = 1,665 [1/s²]***

** Con un analisis de regresion lineal con interseccion no nula:*

$\tau_m = \tau_r + I\alpha$ *considerando intersección no nula* $y = A + Bx$

Tabla $\alpha - \tau_m$

α [1/s²]	τ_m [Nm]
0,168	0,002
1,165	0,011

n	x2	x	y	xy
2	0,028224	0,168	0,002	0,000336
	2,772225	1,665	0,011	0,018315
sumas	2,800449	1,833	0,013	0,018651

n*Sxy	***0,037302***
n*Sx2	***5,600898***
Sx*Sy	***0,023829***
Sx*Sx	***3,359889***

n*Sxy - Sx*Sy	***0,013473***
n*Sx2 - Sx*Sx	***2,241009***
B	***0,006012024***

**** Para el valor de B:***

$$\overline{B} = \frac{n\sum xy - \sum x * \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$\overline{B} = \frac{2*0{,}018651 - 1{,}833*0{,}013}{2*2{,}800449 - (1{,}833)^2}$$

B = 0,006012024

I' = 0,006012024 [Kg m²]

6.2.- Relación entre ***τ*** y ***α***

2.*A partir de la Tabla 3, con los promedios de* ***α*** *y con las ecuaciones* ***(9)*** *y* ***(8)***, *elaborar una* ***Tabla α - τ_m***. *Mediante un análisis de regresión lineal con intersección no nula, determinar el valor medio de* ***τ_r*** *.*

Tabla 3

m [Kg]	a1 [m/s2]	a2 [m/s2]	a3 [m/s2]	a[m/s2] (prom)
0,01	0,0025	0,0021	0,002	0,0022
0,02	0,0097	0,0099	0,0101	0,0099
0,03	0,0147	0,0152	0,0145	0,0148
0,04	0,0256	0,0243	0,0283	0,0261
0,05	0,0384	0,0362	0,0354	0,0367

$M = 0,2084$ [Kg]　　　　$R = 0,120$ [m]

$$\tau_m = m\,(g - a)\,r \qquad (8)$$

$$\tau_m = 0,01\,(9,775 - 0,0022)\,0,120 \qquad \tau_m = 0,02\,(9,775 - 0,0099)\,0,120$$

$$\tau_m = 0,012 \text{ [Nm]} \qquad \tau_m = 0,023 \text{ [Nm]}$$

$$\tau_m = 0,03\,(9,775 - 0,0148)\,0,120 \qquad \tau_m = 0,04\,(9,775 - 0,0261)\,0,120$$

$$\tau_m = 0,035 \text{ [Nm]} \qquad \tau_m = 0,047 \text{ [Nm]}$$

$$\tau_m = 0,05\,(9,775 - 0,0367)\,0,120$$

$$\tau_m = 0,058 \text{ [Nm]}$$

$$\alpha = \frac{a}{r} \qquad (9)$$

$$\alpha = \frac{0,0022}{0,12} \qquad \alpha = \frac{0,0099}{0,12}$$

α = 0,018 [1/s^2]

α = 0,082 [1/s^2]

$$\alpha = \frac{0{,}0148}{0{,}12}$$

$$\alpha = \frac{0{,}0261}{0{,}12}$$

α = 0,123 [1/s^2]

α = 0,218 [1/s^2]

$$\alpha = \frac{0{,}0367}{0{,}12}$$

α = 0,306 [1/s^2]

** Con un analisis de regresion lineal con interseccion no nula:*

$\tau_m = \tau_r + I\alpha$ *considerando intersección no nula* ***$y = A + Bx$***

Tabla α - τ_m

α [1/s^2]	***τ_m [Nm]***
0,018	***0,012***
0,082	***0,023***
0,123	***0,035***
0,218	***0,047***
0,306	***0,058***

Tabla para hallar B

n	x2	x	y	xy
5	0,000324	0,018	0,012	0,000216
	0,006724	0,082	0,023	0,001886
	0,015129	0,123	0,035	0,004305
	0,047524	0,218	0,047	0,010246
	0,093636	0,306	0,058	0,017748
sumas	0,163337	0,747	0,175	0,034401

n*Sxy	0,172005
n*Sx2	0,816685
Sx*Sy	0,130725
Sx*Sx	0,558009

n*Sxy - Sx*Sy	0,04128
n*Sx2 - Sx*Sx	0,258676
A	0,011158468
B	0,159581871

*** Para el valor de A:**

$$A = \frac{\sum x^2 * \sum x - \sum x * \sum xy}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$A = \frac{0{,}163337 * 0{,}747 - 0{,}747 * 0{,}034401}{5 * 0{,}163337 - (0{,}747)^2}$$

A = 0.011158468

τ_r = 0.011 [Nm]

***3.** Apartir de la tabla obtenida en el punto anterior, con el valor obtenido de* $\boldsymbol{\tau_r}$ *y con la ecuación **(2)**, elaborar una tabla* $\boldsymbol{\alpha - \tau}$ ***.** Mediante un análisis de regresión lineal con intersección nula, determinar la relación experimental* $\boldsymbol{\tau = f(\alpha)}$ *y dibujarla junto con los puntos experimentales.*

$\tau_r = 0.011$ [Nm]

τ_m [Nm]
0,012
0,023
0,035
0,047
0,058

$$\tau = \tau_m - \tau_r \qquad (2)$$

$\tau = 0{,}012 - 0.011$ $\qquad$ $\tau = 0{,}001$ [Nm]

$\tau = 0{,}023 - 0.011$ $\qquad$ $\tau = 0{,}012$ [Nm]

$\tau = 0{,}035 - 0.011$ $\qquad$ $\tau = 0{,}024$ [Nm]

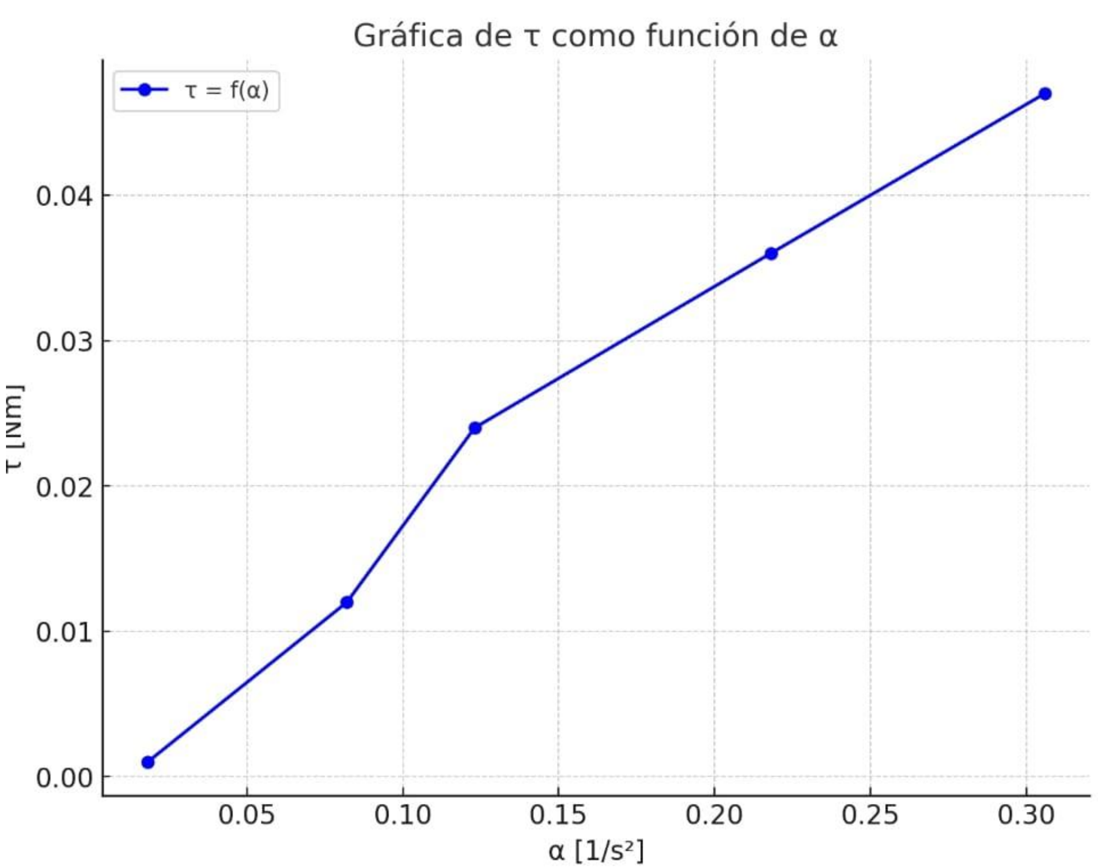
$\tau = 0{,}047 - 0.011$ $\qquad$ $\tau = 0{,}036$ [Nm]

$\tau = 0{,}058 - 0.011$ $\qquad$ $\tau = 0{,}047$ [Nm]

Tabla α - τ

α [1/s²]	*τ [Nm]*
0,018	***0,001***
0,082	***0,012***
0,123	***0,024***
0,218	***0,036***
0,306	***0,047***

Grafica τ = f (α)



***4.** Determinar el intervalo de confianza de **I**, a un nivel de confianza del 98%.*

B	***0,159581871***

Para el error:

$$S_B = \sqrt{\frac{(S_y / S_x)^2 - \overline{B}^2}{n-2}}$$

$$S_B = \sqrt{\frac{(0{,}016407315 / 0{,}101720401)^2 - 0{,}159581871^2}{5-2}} = 0{,}013549022$$

$$\boldsymbol{S_B = 0.013549022}$$

*Como el N.C. = **98%** y **υ** = 6 - 2 = **4**; entonces:* $\boldsymbol{t_\alpha = 3.747}$

$$E_B = t_\alpha * S_B = 3.747 * 0.013549022 = \mathbf{0.05076816622\ (Kg/m^2)}$$

Por tanto:

$$I = (\ 0.159 \pm\ 0.051\ )\ \ [Kg\ m^2]$$

5.** Con el valor de **I'** obtenido en el punto **1**. y con la ecuación **(10)** calcular **I.

I' = 0,006012024 [Kg m²]

M = 0,2084 [Kg] ***R = 0,120 [m]***

$$I = I' + \frac{M}{2}R^2 + \frac{M}{2}R^2 = I' + MR^2 \qquad \textbf{(10)}$$

$$I = I' + MR^2 \qquad\qquad I = 0{,}006012024 + (0{,}2084 * 0{,}120^2)$$

I = 0,009012984 [Kg m²]

6.3.- Relación entre ***α*** e ***I***

6. *A partir de la Tabla 4, con el valor de **I'** obtenido en el punto **1**. y con los promedios de **a** y con las ecuaciones **(10)** y **(9)** elaborar una **Tabla I - α** . Mediante un análisis de regresión potencial, determinar el intervalo de confianza del exponente de la relación experimental **α = f (I)** a un nivel de confianza del 98%.*

Tabla 4

R [m]	a1 [m/s2]	a2 [m/s2]	a3 [m/s2]	a[m/s2] (prom)
0,04	0,047	0,0488	0,0482	0,048
0,08	0,0435	0,0436	0,0438	0,0436
0,12	0,0371	0,0369	0,0373	0,0371
0,16	0,0287	0,0287	0,0285	0,0286
0,2	0,0237	0,0231	0,0228	0,0232

M = 0,2084 [Kg] ***m = 0,05 [g]***

I' = 0,006012024 [Kg m²]

$$I = I' + MR^2 \qquad \textbf{(10)}$$

*I = 0,006012024 + (0,2084 * $0,04^2$)*

I = 0,006345464 **I = 0,006 [Kg m^2]**

*I = 0,006012024 + (0,2084 * $0,08^2$)*

I = 0,007345784 **I = 0,007 [Kg m^2]**

*I = 0,006012024 + (0,2084 * $0,12^2$)*

I = 0,009012984 **I = 0,009 [Kg m^2]**

*I = 0,006012024 + (0,2084 * $0,16^2$)*

I = 0,011347064 **I = 0,011 [Kg m^2]**

*I = 0,006012024 + (0,2084 * $0,2^2$)*

I = 0,014348024 **I = 0,014 [Kg m^2]**

$$\alpha = \frac{a}{r} \qquad (9)$$

$$\alpha = \frac{0,048}{0,04}$$

α = 1,2 [1/s²]

$$\alpha = \frac{0,0436}{0,08}$$

α = 0,545 [1/s²]

$$\alpha = \frac{0,0371}{0,12}$$

α = 0,309 [1/s²]

$$\alpha = \frac{0,0286}{0,16}$$

α = 0,179 [1/s²]

$$\alpha = \frac{0,0232}{0,2}$$

α = 0,116 [1/s²]

Tabla I - α

I [Kg m²]	***α [1/s²]***
0,006	***1,2***
0,007	***0,545***
0,009	***0,309***
0,011	***0,179***
0,014	***0,116***

** Trabajando con los pares de valores **ln I** y **ln α***

A = -13,65770824

B = -2,665402521

r = - 0,985191283

$$S_B = \sqrt{\frac{(S_y / S_x)^2 - \overline{B}^2}{n-2}}$$

$$S_B = \sqrt{\frac{(0{,}823069766 / 0{,}304224654)^2 - (-2{,}665402521^2)}{5-2}} = 0{,}267819077$$

S_B = 0,267819077

*Como el N.C. = **98%** y **υ** = 6 - 2 = **4**; entonces: **t_α = 3.747***

$E_B = t_\alpha * S_B$** = 3.747 * 0,267819077 **= 1,003518081 (Kg/m²)

Por tanto:

I = (2,665 ± 1,003) [Kg m²]

__7.__ Trabajando con los pares de valores __(I^{-1}, α)__ en un análisis de regresión lineal con intersección nula ,determinar la relación experimental __α = f (I^{-1})__ y dibujar la correspondiente relación experimental __α = f (I)__, junto con los puntos experimentales.

Tabla con los pares de valores (I^{-1}, α)

I^{-1} [Kg m^2]	α [1/s^2]
166,667	1,2
142,857	0,545
111,111	0,309
90,909	0,179
71,428	0,116

Tabla para hallar B

n	x	y	x2	xy
5	166,667	1,2	27777,88889	200,0004
	142,857	0,545	20408,12245	77,857065
	111,111	0,309	12345,65432	34,333299
	90,909	0,179	8264,446281	16,272711
	71,428	0,116	5101,959184	8,285648
sumas	582,972	2,349	73898,07112	336,749123
(Sx)2	339856,3528			
n*Sx2	369490,3556	Sx2*Sx	43080506,32	
		Sxy*Sx	196315,3097	
		B	0,010607554	

A = -0,766981794

B = 0,0106075574

r = 0,9279634598

**** Para el valor de B:***

$$\overline{B} = \frac{n\sum xy - \sum x * \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$\overline{B} = \frac{5 * 336{,}7491 - 582{,}972 * 2{,}349}{5 * 73898{,}0711 - (582{,}972)^2}$$

B = 0,010607554

Gráfico de la relación α = f (I)

8. *Determinar el intervalo de confianza de* ***τ*** *, a un nivel de confianza del 98%.*

Tabla de sumas para I , α

I [Kg m²]	α [1/s²]			
x	**y**	**x2**	**y2**	**xy**
0,006	1,2	0,000036	1,44	0,0072
0,007	0,545	0,000049	0,297025	0,003815
0,009	0,309	0,000081	0,095481	0,002781
0,011	0,179	0,000121	0,032041	0,001969
0,014	0,116	0,000196	0,013456	0,001624
	sumas	0,000483	1,878003	0,017389

Considerando intersección no nula ***y = βx***

$$\tau = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$\tau = \frac{0{,}017389}{0{,}000483}$$

τ = 36,00207039 [Nm]

$$\tau = \bar{\tau} \pm t_c S_\tau$$

Hallamos $\boldsymbol{t_c S_\tau}$*:*

$$t_c S_\tau = 3{,}365 * \sqrt{\frac{\left(\frac{\sum y^2}{\sum x^2}\right) - \tau^2}{n-1}}$$

$$t_c S_\tau = 3{,}365 * \sqrt{\frac{\left(\frac{1{,}878003}{0{,}000483}\right) - 36{,}00207039^2}{5-1}}$$

$\boldsymbol{t_c S_\tau}$***: 25,4561186***

El intervalo es el siguiente:

$\boldsymbol{\tau = 36{,}002 \pm 25{,}456}$ ***[Nm]***

9. *Calcular* τ *con la ecuación* ***(2)****. Para calcular* τ_m *usar el valor promedio de* ***a*** *correspondiente al tercer valor de* ***R****. Para* τ_r *usar el valor obtenido en el punto* ***2.****.*

$$\tau = \tau_m - \tau_r \qquad (2)$$

$\tau_r = 0.011$ **[Nm]**

$$\tau_m = 0{,}011 + (0{,}009 * 0{,}309)$$

$$\tau_m = 0{,}013781 \text{ [Nm]}$$

7.- CUESTIONARIO

1.¿Se verificó la ecuación (1)? ¿Se probó la hipótesis de que / es igual al valor calculado con la ecuación (10), a un nivel de confianza del 98%? Explicar.

R. Si, se pudo probar que I es igual al valor calculado con la ecuación (10), ya que el valor calculado se encuentra en el intervalo de confianza hallado

$$I = (0.159 \pm 0.051) \quad [Kg\ m^2]$$

2.¿Se probó la hipótesis de que el exponente de I en la ecuación (11) es -1, a un nivel de confianza del 98%? Explicar.

R. Si, se pudo probar que I es igual al valor calculado con la ecuación (11) es -1 , ya que el valor de -1 ingresa en el intervalo de confianza

$$I = (2,665 \pm 1,003) \quad [Kg\ m^2]$$

3.¿Se probó la hipótesis de que res igual al valor calculado con la ecuación (2), a un nivel de confianza del 98%? Explicar.

R. No, no se pudo comprobar ya que el valor calculado no se encuentra en el intervalo de confianza.

4.De acuerdo con última parte del experimento, ¿cómo podría definirse el momento de inercia? Explicar.

R. El momento de Inercia seria una medida de resistencia a los cambios en el movimiento rotacional del experimento.

5.¿Por qué es más difícil abrir una puerta empujándola por una parte cercana a las bisagras?

R. Porque la distancia entre el punto de aplicación de la fuerza y el punto de las bisagras es menor.

8.- CONCLUSIONES:

* Si, pudimos probar que I es igual al valor calculado con la ecuación (10)

* También logramos probar la hipótesis de que el exponente de I que el valor de -1 ingresa en el intervalo de confianza

* A parte de entender pudimos aplicar la teoría con datos reales obtenidos en este experimento de movimiento rotacional lo que es el momento de Inercia y como actúa la Fuerza $\boldsymbol{\tau}$

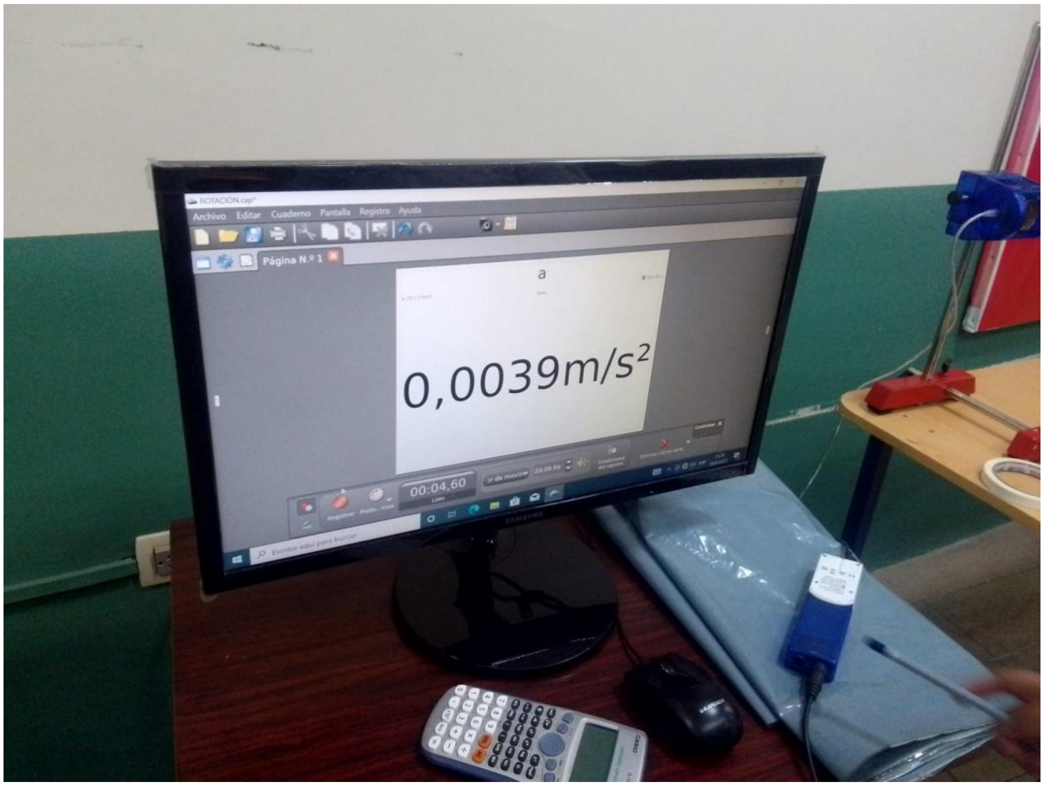
9.- RECOMENDACIONES:

* Tratar de tomar los datos con una baja diferencia. Para tener mejores cálculos, para poder llegar a los objetivos de este experimento

* ser cuidadoso al momento de montar el arreglo de la Figura 1. para que el hilo este libre de fricción y la masa pueda bajar con normalidad atraves de la polea.

10.- ANEXOS:

Archivo Rotacion



HOJA DE DATOS GRUPO 2

10 DINÁMICA ROTACIONAL

HOJA DE DATOS V°B°: YG-2

Estudiante: Estefany Valeria Zanga Poma **Fecha:** 23 / 05 / 25

Tabla 1

D_1 [m]	D_2 [m]	D_3 [m]	D_4 [m]	D [m] (prom.)	r [m]
0,0452	0,0452	0,0453	0,0453	0,04525	0,02263

Determinación de I'

Tabla 2

m [kg]	a_1 [m/s^2]	a_2 [m/s^2]	a_3 [m/s^2]	a [m/s^2] (prom.)
0,01	0,0039	0,0038	0,0036	0,0038
0,05	0,0374	0,0381	0,0376	0,0377

Relación entre τ y α

Tabla 3 $M =$ 208,4 [g] $R = 0.120$[m]

m [kg]	a_1 [m/s^2]	a_2 [m/s^2]	a_3 [m/s^2]	a [m/s^2] (prom.)
0,01	0,0025	0,0021	0,0020	0,0022
0,02	0,0097	0,0099	0,0101	0,0099
0,03	0,0147	0,0152	0,0145	0,0148
0,04	0,0256	0,0243	0,0283	0,0261
0,05	0,0384	0,0362	0,0354	0,0367

Relación entre α e I

Tabla 4 $M =$ 208,4 [g] $m =$ 50 [g]

R [m]	a_1 [m/s^2]	a_2 [m/s^2]	a_3 [m/s^2]	a [m/s^2] (prom.)
0.040	0,0470	0,0488	0,0482	0,0480
0.080	0,0435	0,0436	0,0438	0,0436
0.120	0,0371	0,0369	0,0373	0,0371
0.160	0,0287	0,0287	0,0285	0,0286
0.200	0,0237	0,0231	0,0228	0,0232