

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE ING. MECANICA, ELECTRICA, ELECTR. Y SIS.
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS



EQUILIBRIO DE FUERZAS

PRESENTADO POR:

MIGUEL ANGEL BENITO CHAMBI

CICLO:

II SEMESTRE

DOCENTE:

GRUPO:

143

AÑO ACADÉMICO: 2024– II

PUNO – PERÚ

2024

1. RESUMEN:

En este presente trabajo nos centramos en el análisis del equilibrio de fuerzas en sistemas estáticos. En este caso se trabajó con dos experimentos siendo así que cada experimento se realizó con el principal objetivo de verificar la primera y segunda condiciones de equilibrio.

Primeramente, tenemos el 1er procedimiento experimental en donde se ajustaron poleas y cuerdas de modo que un anillo se mantuviera en equilibrio bajo la acción de fuerzas aplicadas en diferentes direcciones y en este primer experimento usamos la teoría de la física que nos menciona que la suma vectorial de fuerzas en un sistema de fuerzas concurrentes (primera condición de equilibrio), recordando que los datos obtenidos como la tensión y las masas se hallaron gracias a los materiales utilizados en el laboratorio, y gracias a la teoría de la primera condición de equilibrio obtener los datos teóricos y compararlos con los experimentales.

Seguidamente procedemos con el 2do procedimiento experimental en el que se evaluaron la sumatoria de fuerzas generados por distintas masas ubicadas a diferentes distancias de un punto de apoyo, asegurando que la suma de los momentos fuera cero para garantizar el equilibrio rotacional (segunda condición de equilibrio) y usando la teoría podremos hallar la tensión teórica que es el objetivo de este experimento y así compararlas con los datos experimentales.

También en este trabajo se muestra las demostraciones de las ecuaciones usadas, también definimos algunos conceptos que son de suma importancia para una mejor comprensión del tema y del experimento en sí, acompañada de imágenes de referencia junto con las tablas que se trabajaron en el laboratorio para poder guiarnos como una forma de ejemplo con una explicación de como hallar los datos pedidos y comprender mejor los experimentos y el objetivo de este presente trabajo.

Los resultados obtenidos respaldaron los principios teóricos del equilibrio, mostrando una similitud en los entre los datos experimentales y teóricos, con variaciones menores obtenidas usando y aplicando la teoría de errores siendo estas variaciones atribuibles a factores como el ambiente o situacionales. Esta práctica es relevante para el desarrollo de habilidades experimentales y el refuerzo de conceptos teóricos fundamentales en la física, proporcionando una comprensión integral de cómo se aplican estos principios en situaciones reales. Seguidamente, encontraremos preguntas en forma de un cuestionario referido al tema en sí que se divide en dos partes la primera abarca preguntas sobre la primera condición de equilibrio y la segunda abarca sobre la segunda condición de equilibrio, siendo que la mayoría de estas preguntas son aplicativas, y justamente estas preguntas nos servirán como referencia y práctica sobre el experimento.

2. OBJETIVOS:

Los principales objetivos del experimento y de este trabajo es Encontrar el equilibrio de fuerzas conocidas mediante una mesa de fuerzas para la primera condición de equilibrio teniendo en cuenta el concepto de equilibrio de fuerzas concurrentes en un punto y cómo las componentes de estas fuerzas en cada dirección se compensan entre sí para producir un sistema en equilibrio.

También otro objetivo es el de Comprobar la segunda condición de equilibrio en un sistema con fuerzas en distintos puntos y está la hacemos analizando el momento de fuerza en un sistema donde las fuerzas actúan en diferentes puntos de aplicación afectando el equilibrio.

Y como no el principal objetivo es el de comparar los datos teóricos con los datos experimentales obtenidos en el procedimiento experimental al usar los materiales del laboratorio haciendo más eficaz nuestro experimento y si bien siempre encontramos errores, no son tan significativos comprobando que el uso de la teoría de la física en el equilibrio es efectivo.

3. FUNDAMENTOS TEORICOS:

Al hablar de física como no hablar de las leyes del movimiento de Newton las cuales son.

- Primera ley de Newton: Ley de la inercia
- Segunda ley de Newton: Fuerza y aceleración
- Tercera ley de Newton: Acción y reacción

Estas leyes establecieron formalmente como las fuerzas afectan al movimiento de los objetos. Ahora bien, en estos experimentos realizados mencionamos el equilibrio de fuerzas y nos enfocamos en la primera ley de Newton.

3.1. Equilibrio de Fuerzas

- Primera Ley de Newton

La primera Ley de Newton, conocida también como la ley de inercia, nos dice que, si sobre un cuerpo no actúa ningún otro, este permanecerá indefinidamente moviéndose en línea recta con velocidad constante (incluido el estado de reposo, que equivale a velocidad cero). Como sabemos, el movimiento es relativo, es decir depende de cuál sea el observador que describa el movimiento.

“Equilibrio: Decimos que un cuerpo está en equilibrio cuando permanece en reposo se mueve con velocidad constante (MRU)” (Pérez Terrel, 2012, pág. 162)

La primera Ley de Newton sirve para definir “Sistemas de Referencia Inerciales”, que son aquellos sistemas de referencia desde los que se observa que un cuerpo sobre el que no actúa ninguna fuerza neta se mueve con velocidad constante.

En realidad, es imposible encontrar un sistema de referencia inercial, puesto que siempre hay algún tipo de fuerzas actuando sobre los cuerpos, pero siempre es posible encontrar un sistema de referencia en el que el problema que estemos estudiando se pueda tratar como si estuviésemos en un sistema inercial. En muchos casos, suponer a un observador fijo en la tierra es una buena aproximación de sistema inercial. La primera Ley de Newton se enuncia como sigue:

“Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que otros cuerpos actúen sobre él”

Considerando que la fuerza es una cantidad vectorial, el análisis experimental correspondiente a las fuerzas requiere herramienta del álgebra vectorial. Ello implica el conocimiento de la suma de vectores concurrentes, al cual también se le denomina vector resultante, dado por:

$$R = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \quad (1)$$

Siendo F_1, F_2 y F_n fuerzas concurrentes en el centro de masa del cuerpo.

El producto escalar se realiza entre dos cantidades vectoriales, como resultado de esta operación se determina una cantidad escalar; definido por:

$$F \cdot r = F_r \cos \theta$$

F, r : son los módulos de los vectores F, r respectivamente.

Mientras tanto, el producto vectorial se opera entre dos vectores, cuyo resultado es otra cantidad vectorial. El módulo de este nuevo vector está dado por:

$$|\vec{r} \times \vec{F}| = rF \sin \theta \quad (2)$$

Donde θ : ángulo entre los vectores F y r . La representación gráfica de estas operaciones algebraicas se ilustra en la *Figura 1* y *Figura 2*.

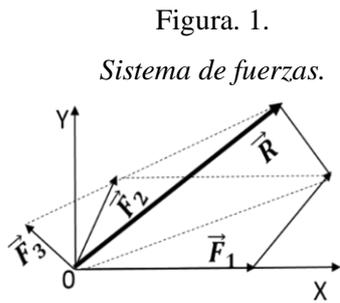
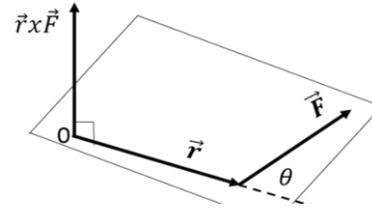


Figura 2.
Torque de una fuerza.



Los vectores se pueden descomponer en sus componentes ortogonales o en base a los vectores unitarios

i, j y k . Por lo que cualquier vector se puede expresar de la siguiente forma:

$$R = R_x i + R_y j + R_z k$$

En el plano cartesiano X-Y, las componentes ortogonales se determinan mediante las siguientes ecuaciones de transformación:

$$R_x = R \cos \theta \quad (3)$$

$$R_y = R \sin \theta \quad (4)$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (5)$$

$$\text{tg } \theta = \frac{R_y}{R_x} \quad (6)$$

Las condiciones de equilibrio, son las que garantizan a que los cuerpos pueden encontrarse en equilibrio de traslación y/o equilibrio de rotación.

Primera Condición de Equilibrio.

Un cuerpo está en equilibrio traslacional si la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él es igual a cero en cada dirección del plano. Esto se expresa matemáticamente como:

$$\sum F_x = 0 \quad \text{y} \quad \sum F_y = 0$$

Para la dirección x:

$$\sum F_x = F_{x_1} + F_{x_2} + F_{x_3} = 0$$

Para la dirección y:

$$\sum F_y = F_{y_1} + F_{y_2} + F_{y_3} = 0$$

“La resultante de un sistema de fuerzas que actúa sobre un cuerpo es igual a cero lo que implica que si empleamos descomposición rectangular la sumatoria de fuerzas en cada eje también es igual a cero” (Salvador Timoteo , 2018, pág. 107).

- Bien ahora mencionaremos y demostraremos las ecuaciones que se utilizaron en el primer experimento que está relacionado con la primera condición de equilibrio.

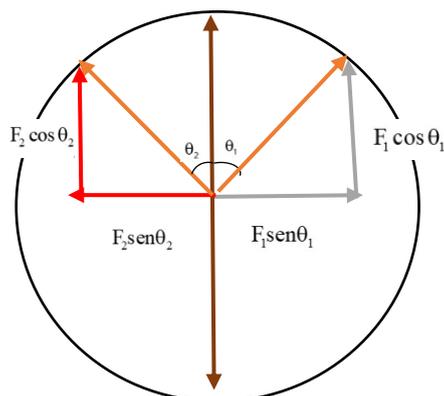


Figura 1

Fuente. Elaboración propia

- Sumatoria de fuerzas en el eje y

$$\sum_{i=0}^n \vec{F}_{iy} = 0$$

$$m_2 g \cos(\theta_2) + m_1 g \cos(\theta_1) = T$$

- Para la sumatoria de fuerzas en el eje y:

$$F_2 \cos(\theta_2) + F_1 \cos(\theta_1) = T = 0$$

$$m_2 g \cos(\theta_2) + m_1 g \cos(\theta_1) = T$$

$$T = \frac{g}{1000} (m_1 \cdot \cos(\theta_1) + (m_2 \cdot \cos(\theta_2)))$$

- Sumatoria de fuerzas en el eje

x

$$\sum_{i=0}^n \vec{F}_{ix} = 0$$

$$\frac{m_1 \text{sen}(\theta_1)}{\text{sen}(\theta_2)} = m_2$$

- Para la sumatoria de fuerzas en el eje x:

$$-F_2 \text{sen}(\theta_2) + F_1 \text{Sen}(\theta_1) = 0$$

$$-m_2 g \text{sen}(\theta_1) + m_1 g \text{sen}(\theta_1) = 0$$

$$\frac{m_1 \text{sen}(\theta_1)}{\text{sen}(\theta_2)} = m_2$$

Estas ecuaciones derivadas del experimento mismo utilizando la teoría de estática son de gran utilidad para nuestro experimento ya que nos ayudan a calcular los datos teóricos que queremos, con los datos que ya tenemos, así poder hacer la respectiva comparación con los datos experimentales y también las variaciones de las respectivas masas.

Segunda Condición de Equilibrio (Equilibrio Rotacional):

Para que un cuerpo esté en equilibrio rotacional, la suma de los momentos de fuerza (o torques) alrededor de un punto específico debe ser cero:

$$\sum \tau = 0$$

Aquí, τ representa el torque y es el producto de la fuerza aplicada y la distancia perpendicular desde el punto de aplicación al eje de rotación. Esta condición asegura que el sistema no experimente rotación neta en torno al punto seleccionado.

$$\sum_{i=0}^n \vec{r}_i = 0$$

A una clase de fuerza se denomina, fuerza de gravedad o peso. Esta fuerza se origina por la atracción de la Tierra hacia los cuerpos que se encuentran en su superficie. El peso está dado por:

$$\rightarrow A \quad \dots (7)$$

$$W = -mgj$$

Cuyo módulo es:

$$W = mg \quad \dots (8)$$

Donde, g es la aceleración de gravedad del medio.

Momento de Fuerza o Torque: El torque es la tendencia de una fuerza a provocar rotación. Su magnitud depende de la fuerza y la distancia perpendicular al eje de rotación:

$$\tau = F \cdot d$$

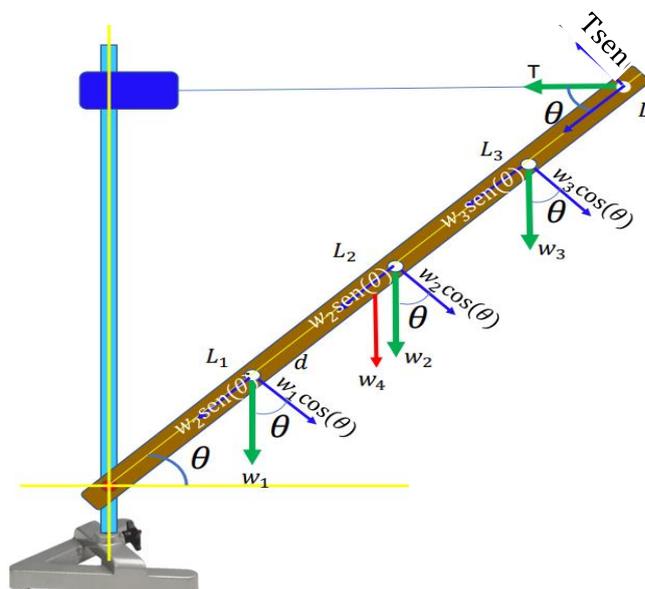


Figura 2: segunda condición de equilibrio

- Donde el valor de los momentos que influyen es:

$$\sum \vec{M}_0(\text{horario}) = \sum \vec{M}_0(\text{antihorario})$$

$$\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 = \tau$$

- Para demostrar la segunda condición de equilibrio para hallar T:

$$w_1 \cos(\theta)L_1 + w_2 \cos(\theta)L_2 + w_3 \cos(\theta) + w_4 \cos(\theta)d = T \text{sen}(\theta)L$$

$$m_1 g \cos(\theta)L_1 + m_2 g \cos(\theta)L_2 + m_3 g \cos(\theta)L_3 + m_b g \cos(\theta) d = T \text{sen}(\theta)L$$

$$\frac{m_1 g \cos(\theta)L_1 + m_2 g \cos(\theta)L_2 + m_3 g \cos(\theta)L_3 + m_b g \cos(\theta)d}{\text{sen}\theta L} = T$$

$$T = \frac{g \cos(\theta)(m_1 l_1 + m_2 L_2 + m_3 L_3 + m_b d)}{\text{sen}(\theta)L}$$

$$T = \frac{g \cos(\theta)}{100000 L \text{sen}(\theta)} (\text{todos los valores medidos})$$

- Vemos la demostración de como hallar la tensión en la figura 2 mostrada anteriormente guiándonos de la teoría usando la segunda condición de equilibrio, usando los momentos de fuerza.
- Y también usando la descomposición de fuerzas, ahora bien, sabemos que en la figura 2 podemos hacer dos tipos de descomposición, la primera se muestra en el grafico anterior y la segunda es como se mostrara a continuación, siendo así que la más recomendable de usar es la segunda al momento de descomponer:

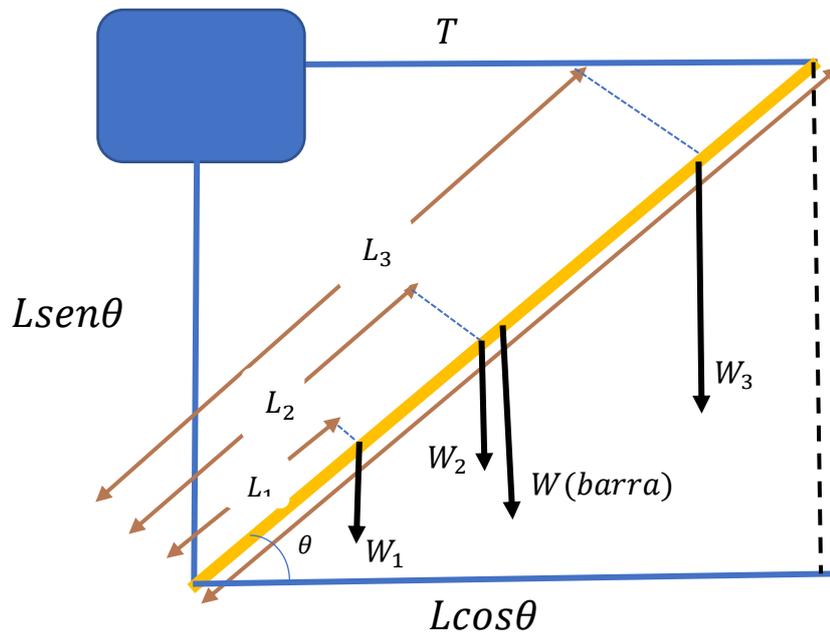


Figura 3: descomposición

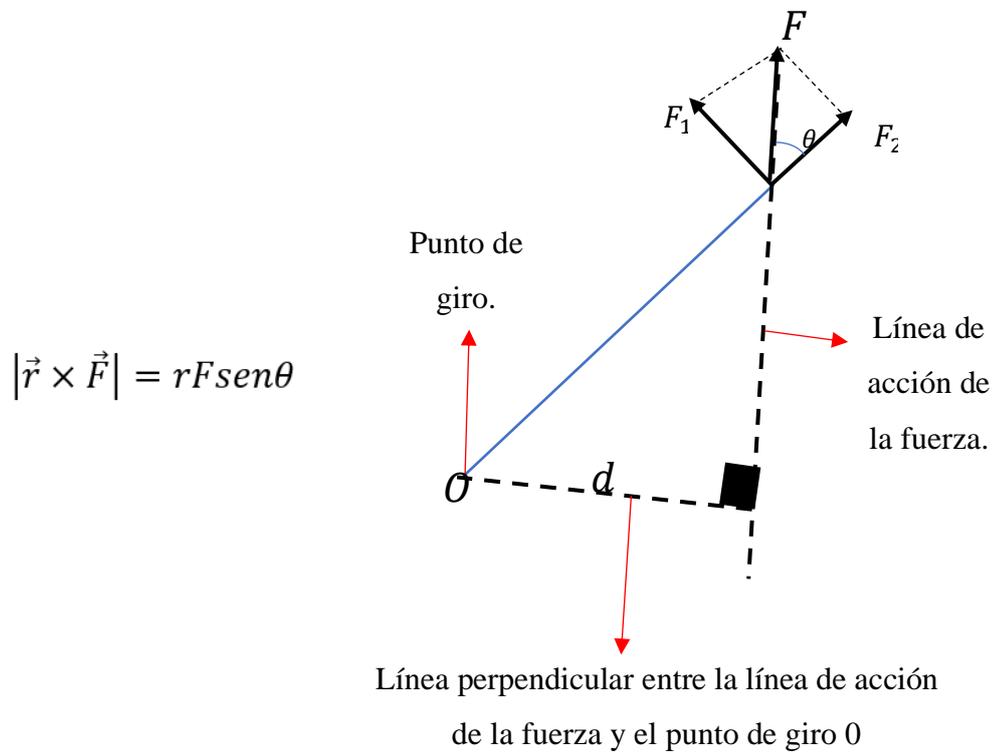


Figura 4: trazos para guiarnos al descomponer

Sistema de Fuerzas Concurrentes y No Concurrentes

Fuerzas Concurrentes: Las fuerzas concurrentes son aquellas cuyas líneas de acción pasan por un mismo punto, permitiendo el uso de la primera condición de equilibrio para establecer que la suma de las fuerzas en cada dirección debe ser cero. Esta configuración es ideal para analizar el equilibrio en sistemas como la mesa de fuerzas.

Fuerzas No Concurrentes: En los sistemas con fuerzas que no son concurrentes, estas actúan en diferentes puntos de un cuerpo. Para el equilibrio de estos sistemas, deben cumplirse tanto la primera como la segunda condición de equilibrio, de modo que el sistema no presente traslación ni rotación.

Teoría de errores

Teoría de errores

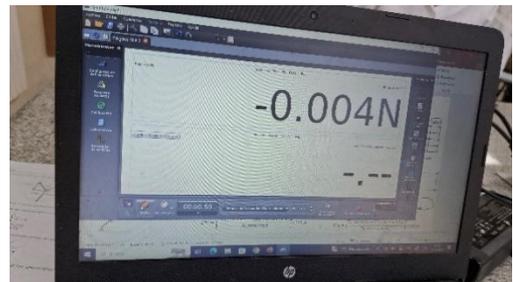
Es fundamental en cualquier experimento, ya que esta teoría nos permite medir la precisión y exactitud de las mediciones realizadas. Los errores pueden surgir de varias fuentes como la imprecisión en la medición de ángulos, tiempos o velocidades. Para este experimento utilizaremos la siguiente fórmula

$$E\% = \frac{\text{Valor teorico} - \text{Valor experimental}}{\text{Valor teorico}} \times 100\%$$

Nos ayudara a encontrar en porcentaje de error al momento de tener los valores teóricos y prácticos y así poder ver que tan cerca o alejados estamos y poder comparar.

4. EQUIPOS DE MATERIALES

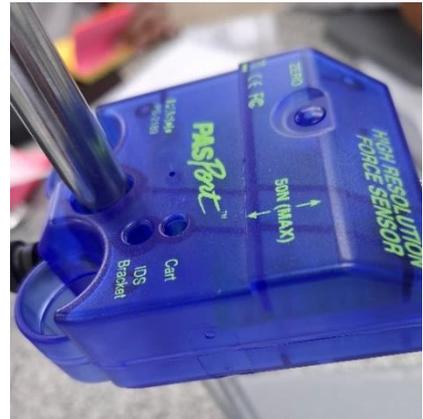
- Bata para ingresar al laboratorio y avanzar los experimentos.
- **Primer experimento (Primera condición de equilibrio)**
- Computadora con el programa que se ha utilizado en el proceso de experimentación.
- **Programa Capstone** que nos ayudara a obtener datos experimentales.



- **Interfaz Science Workshop 850.**



- **Sensores de fuerza.**



- **Disco óptico de Hartl para la simulación.**



- **Juego de pesas con diferente peso.**

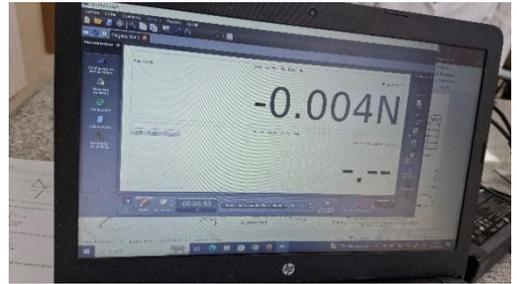


- **Cuerdas inextensibles.**



Segundo experimento (Segunda condición de equilibrio)

- Computadora con el programa que se ha utilizado en el proceso de experimentación
- **Programa Capstone** que nos ayudara a obtener datos experiemntales.



- **Interfaz Science Workshop 850.**



- **Sensores de fuerza.**



- **Juego de pesas con diferente peso.**



- **Regla de 1 metro.**



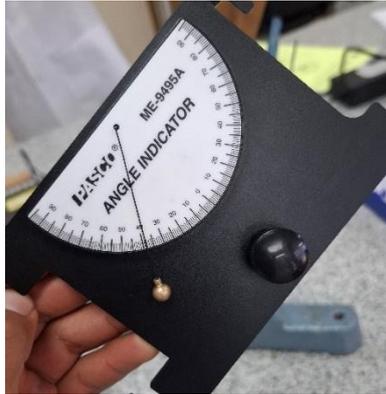
- **Soporte universal**



- **Porta masas.**



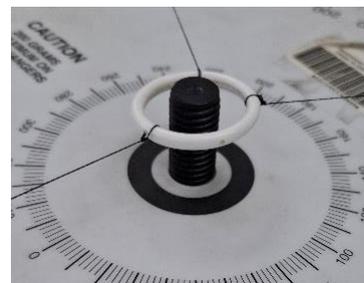
- **Indicador de ángulo.**



5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- **Primer experimento (Primera condición de equilibrio)**

- Primeramente, hicimos el montaje de los equipos mencionados anteriormente asegurándonos de que cada elemento esté en su posición correcta.
- Luego iniciamos el programa Capstone en la computadora y configuramos la captura de datos para los sensores de fuerza.
- Seguidamente en el disco óptico ajustamos las posiciones las tensiones según los ángulos que avanzamos en el laboratorio, después de esto buscamos en nuestro juego de pesas las pesas (m_1, m_2) indicadas para poder ajustarlas de manera que el anillo se mantenga en equilibrio y para que este en equilibrio, este anillo que se encuentra en el centro de nuestro disco no debe tocar los bordes



- Ahora bien, como tenemos nuestro sensor de fuerza y nuestro programa Capstone ya instalados, en el momento en el que el anillo este en equilibrio, iniciamos nuestro programa Capstone dándole al botón rojo con el que comenzara con la medición de la tensión que está sujeta al sensor de fuerza



- Al tener ya el valor experimental de nuestra tensión y también después de haber obtenido o encontrado los pesos que se pusieron en los porta masas, obviamente trabajando con los ángulos que se nos muestra en la ficha, ya podemos hallar nuestros valores teóricos que nos pide el experimento.
- El experimento nos pide la tensión teórica que la podemos hallar usando los fundamentos teóricos, y también el valor teórico de una de las masas que tiene la pesa en este caso es m_2 que también se puede hallar usando teoría que se encuentra en las primeras partes de este informe.
- No olvidar el porcentaje de error que también nos pide el experimento siendo este importante, ya que gracias a este porcentaje podremos ver y comparar los valores teóricos de los experimentales y verificar la validez de la teoría usada para hallar estos datos.
- Seguidamente para que se entienda de una manera más eficiente veremos un ejemplo de cómo calcular los datos que se nos pide, también rellenando la tabla que se avanzó en el laboratorio.

Tabla 1

N	m_1 (gr)	m_2 Teórico	m_2 (gr)	$T_i(N)$ Teórico	$T_i(N)$ Experimental	θ_1	θ_2	$E\%$
01	55	31.75	30	0.611	0.601	30°	60°	1.63
02	105	...	10	...	1.04	10°	80°	...
03	180	...	55	...	1.83	20°	70°	...
04	35	26	...	0.44	40°	50°	...

Para llenar nuestro cuadro primero nos fijamos los ángulos con los cuales trabajaremos y también anotar las masas que obtuvimos en los 4 intentos que hicimos.

Aquí están las fórmulas con las que trabajaremos en este experimento

$$T = \frac{g}{1000} (m_1 \cdot \cos(\theta_1) + m_2 \cdot \cos(\theta_2))$$

$$\frac{m_1 \operatorname{sen}(\theta_1)}{\operatorname{sen}(\theta_2)} = m_2$$

Ahora en el primer intento, al momento de obtener los datos experimentales en el laboratorio vimos que la tensión experimental T_i (*experimental*) = 0.601 y las masas con las que ajustamos en este intento fueron $m_1 = 55$, $m_2 = 30$, teniendo estos datos usamos las fórmulas para hallar los valores teóricos que nos piden, recordar también el valor de la gravedad que en este caso en el que se trabajó en el laboratorio fue el de 9.76 m/s^2 .

$$T = \frac{g}{1000} (m_1 \cdot \cos(\theta_1) + m_2 \cdot \cos(\theta_2))$$

$$T = \frac{9.76}{1000} (55 \cdot \cos(30^\circ) + 30 \cdot \cos(60^\circ))$$

$$T = 0.611$$

$$\frac{m_1 \operatorname{sen}(\theta_1)}{\operatorname{sen}(\theta_2)} = m_2$$

$$m_2 = \frac{55 \cdot \operatorname{sen}(30^\circ)}{\operatorname{sen}(60^\circ)}$$

$$m_2 = 31.75$$

Ahora hallamos el error porcentual en las tensiones:

$$E\% = \frac{\text{Valor teórico} - \text{Valor experimental}}{\text{Valor teórico}} \times 100$$

$$E\% = \frac{0.611 - 0.601}{0.611} \times 100$$

$$E\% = 1.63$$

Como vimos este es el procedimiento que se lleva para hallar la tensión teórica y nuestra m_2 teórica en el primer intento, y lo mismo se hace para los demás intentos que varían en los ángulos y las masas que se utilizan. Solo aplicamos nuestras fórmulas y hallamos nuestros valores pedidos para así poder compararlos.

- **Segundo experimento (Segunda condición de equilibrio)**

- Para este experimento montaremos los equipos necesarios para poder llevar a cabo nuestro procedimiento como se muestra en la imagen



- Informar también que la tensión que contiene el sensor de fuerza forma un ángulo de 90° con el soporte universal.
- Siguiendo con el procedimiento iniciamos el programa Capstone con la intención de obtener valores experimentales en este caso nuestra tensión experimental.
- Ahora usamos nuestro juego de pesas las colocamos y ajustamos en los porta masas, así encontrar o tener los valores de nuestras masas m_1, m_2, m_3 . Esto también se va hacer sabiendo el grado de inclinación que la vamos hallar usando nuestro indicador de ángulo al momento de ya escoger la posición de nuestra tensión.
- Luego de todo esto le damos iniciar al programa Capstone que nos dará un valor, el valor de la tensión experimental y con esta tensión, las masas ya indicadas y el ángulo, podemos hallar lo que se nos pidió en este proceso de experimento en el laboratorio. Que fue la tensión teórica y nuestro porcentaje de error.
- Ahora veremos un ejemplo de todo lo dicho anteriormente para que se entienda de una manera más precisa, con los datos utilizados en el laboratorio:

Tabla 2

N	m_1 (gr)	m_2 (gr)	m_3 (gr)	$T_i(N)$ Teórico	$T_i(N)$ Experimental	θ_1	$E\%$
01	105	105	105	1.64	1.63	53°	0.60
02	105	55	30	...	1.56	40°	...
03	10	15	55	...	0.91	50°	...
04	55	105	105	...	0.84	66°	...

- Bien con los datos sacados al avanzar en el laboratorio debemos hallar la tensión teórica y el error porcentual, trabajaremos usando la siguiente formula

$$T = \frac{g \cos(\theta)}{100000L \sin(\theta)} \text{ (todos los valores medidos)}$$

- También tenemos los valores de L con los que se trabajó, estos valores fueron dictados por el docente para poder hallar así la tensión experimental

Registre también las longitudes ($L, L_{1i}, L_{2i}, L_{3i}$) y masa (m_b) de la regla:

$$L = 96 \text{ cm} \quad L_{1i} = 21 \text{ cm} \quad L_{2i} = 50.5 \text{ cm} \quad L_{3i} = 75.5 \text{ cm} \quad m_b = 121.8 \text{ g}$$

$$L_d = 49.9 \text{ cm}$$

- Se añadió una masa b y la longitud d con el objetivo de añadirla a nuestra ecuación.
- Siguiendo con el procedimiento recordar también que la gravedad es 9.76 y que los datos de ($L, L_{1i}, L_{2i}, L_{3i}$) se encuentran en centímetros por lo que al operar en la ecuación las debemos cambiar a metros como se trabajó en el laboratorio, y aquí mostramos el ejemplo del primer intento junto a su error porcentual:

$$T = \frac{g \cos(\theta)}{100000L \sin(\theta)} \text{ (todos los valores medidos)}$$

$$T = \frac{9.76 \times \cos(53)}{100000 \times 0.96 \times \sin(53)} (21 \times 105 + 50.5 \times 105 + 75.5 \times 105 + 121.8 \times 49.9)$$

$$T = 1.64$$

Ahora hallamos el error porcentual en las tensiones:

$$E\% = \frac{\text{Valor teorico} - \text{Valor experimental}}{\text{Valor teorico}} \times 100$$

$$E\% = \frac{1.64 - 1.63}{1.64} \times 100$$

$$E\% = 0.60$$

Y así este mismo procedimiento es para todos los intentos y ya así poder hallar la tensión teórica y el error porcentual.

6. RESULTADOS

En el primer experimento el de la primera condición de equilibrio se encontró los datos de manera óptima con los datos de las pesas y los datos de los ángulos. Juntamente se uso el valor de la tensión experimental y aplicarlas en las fórmulas quedando de la siguiente manera nuestros resultados finales del experimento:

Tabla 1 llenado completamente con los datos obtenidos en el laboratorio

N	m_1 (gr)	m_2 Teórico	m_2 (gr)	$T_i(N)$ Teórico	$T_i(N)$ Experimental	θ_1	θ_2	$E\% (T)$
01	55	31.75	30	0.611	0.601	30°	60°	1.63
02	105	18	10	1.02	1.04	10°	80°	1.96
03	180	65	55	1.834	1.83	20°	70°	0.21
04	35	29	26	0.42	0.44	40°	50°	4.76

En el segundo experimento el de la segunda condición de equilibrio obtuvimos resultados efectivos según los datos dados como lo son las masas utilizadas, el ángulo. Obtuvimos los siguientes resultados finales de nuestro cuadro avanzado en el laboratorio:

Tabla 2 llenado completamente con los datos obtenidos en el laboratorio

N	m_1 (gr)	m_2 (gr)	m_3 (gr)	$T_i(N)$	$T_i(N)$	θ_1	E%
				Teórico	Experimental		
01	105	105	105	1.64	1.63	53°	0.60
02	105	55	30	1.61	1.56	40°	3.10
03	10	15	55	0.95	0.91	50°	4.21
04	55	105	105	0.92	0.84	66°	8.69

7. ANALISIS DE RESULTADOS

Después de realizar tanto el procedimiento experimental como el procedimiento teórico y ya teniendo los datos obtenidos en los experimentos podemos ver que, en el primer experimento, el de la primera condición de equilibrio los valores experimentales no se alejan mucho de los valores teóricos. Pero en el segundo experimento tenemos un poco más elevado nuestro error porcentual esto se debe a las condiciones y algunas causas que afectan el experimento como por el ejemplo el ambiente y cosas así. Siendo así que a pesar de eso el error porcentual no es muy elevado comprobando de la manera más efectiva que las ecuaciones de la condición de equilibrio tienen un funcionamiento acertado, claro que hay varios factores que no permiten que el cálculo sea exacto, pero a pesar de eso con las comparaciones que hacemos no hay mucho por qué preocuparnos por la diferencia ya que es mínima.

8. CUESTIONARIO

8.1. Primera condición de equilibrio.

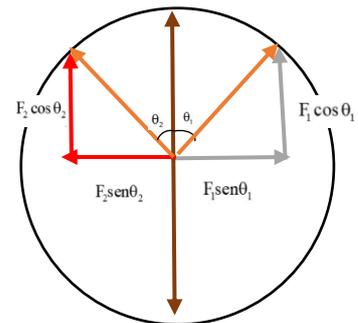
8.1.1. Descomponer las fuerzas \vec{w}_1 , \vec{w}_2 y \vec{w}_3 , con los valores de la tabla 1 en sus componentes ortogonales del plano cartesiano X-Y. las componentes de estas fuerzas se determinan mediante las ecuaciones (3) y (4) respectivamente. Considere la figura 3.

$$R_x = R \cos \theta$$

$$R_y = R \sin \theta$$

Utilizando los valores de la tabla 1:

- $m_1 = 55g$, $\theta_2 = 30^\circ$
- $\vec{m}_2 = 30g$, $\theta_1 = 60^\circ$
- $\vec{T} = 0.601N$



Para convertir las masas a pesos en Newtons, utilizamos la fórmula $w = m \cdot g$ donde $g = 9.76 \text{ m/s}^2$:

$$\vec{w}_1 = 55 \times 9.76 \text{ m/s}^2 = 536.8N$$

$$\vec{w}_2 = 30 \times 9.76 \text{ m/s}^2 = 292.8 \text{ N}$$

$$\vec{T} = 0.601 \text{ N}$$

Descomposición en componentes ortogonales

- Fuerza \vec{w}_1 (30°):

$$w_{1x} = 536.8 \times \text{sen}(30^\circ) = 268.4 \text{ N}$$

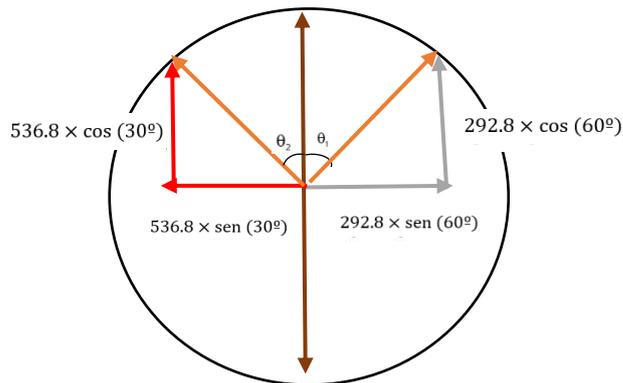
$$w_{1y} = 536.8 \times \text{cos}(30^\circ) = 462.2 \text{ N}$$

- Fuerza \vec{w}_2 (60°):

$$w_{2x} = 292.8 \times \text{sen}(60^\circ) = 253.5 \text{ N}$$

$$w_{2y} = 292.8 \times \text{cos}(60^\circ) = 146.4 \text{ N}$$

8.1.2. Utiliza una cuadrícula para dibujar el diagrama de fuerzas según la descomposición de la pregunta 1 para cada dato obtenido.



DESCOMPOSICION

$$F_1 \cos \theta_1 = 292.8 \times \text{cos}(60^\circ) = 146.4 \text{ N}$$

$$F_1 \text{sen} \theta_1 = 292.8 \times \text{sen}(60^\circ) = 253.5 \text{ N}$$

$$F_2 \cos \theta_2 = 536.8 \times \text{cos}(30^\circ) = 462.2 \text{ N}$$

$$F_2 \text{sen} \theta_2 = 536.8 \times \text{sen}(30^\circ) = 268.4 \text{ N}$$

8.1.3. Calcule la suma de los componentes en el eje X y en el eje Y por separado, explique cada uno de estos resultados obtenidos.

- Suma de los componentes en el eje x:

$$w_{1x} = 536.8 \times \text{sen}(30^\circ) = 268.4 \text{ N}$$

$$w_{2x} = 292.8 \times \text{sen}(60^\circ) = 253.5 \text{ N}$$

- Sumando, como vemos que va en sentido contrario lo que se hace es una resta:

$$w_{1x} - w_{2x} = 268.4 \text{ N} - 253.5 \text{ N} = 11.9 \text{ N}$$

- Suma de los componentes en el eje y:

$$w_{1y} = 536.8 \times \text{cos}(30^\circ) = 462.2 \text{ N}$$

$$w_{2y} = 292.8 \times \text{cos}(60^\circ) = 146.4 \text{ N}$$

$$\vec{T} = 0.601 \text{ N}$$

- Sumando, en este caso sumamos las dos componentes ya que van en el mismo sentido y luego restamos la tensión ya que va en sentido contrario:

$$(w_{1y} + w_{2y}) - T = 462.2\text{N} + 146.4\text{N} = 608.6\text{N} - 0.601\text{N} = 607.999\text{N}$$

- 8.1.4. Elabore una tabla de resumen con los resultados obtenidos anteriormente.

Tabla con el resumen de los resultados anteriores

Fuerza	Magnitud (N)	Angulo (°)	F_{ix} (N)	F_{iy} (N)
\vec{w}_1	536.8	30°	268.4	462.2
\vec{w}_2	292.8	60°	253.5	146.4
$\vec{T} = \vec{w}_3$	0.601			

- 8.1.5. Si el anillo estuviera inmóvil pero no centrado alrededor del perno, ¿las fuerzas estarían en equilibrio? ¿Por qué si y por qué no?

De alguna manera si estarían en equilibrio, porque si bien no está en el centro el anillo, entonces se asume que estaría apoyada al perno del centro, entonces apoyado a eso si estaría en equilibrio. Sin embargo, esto no nos serviría para comprobar con la fórmula ya que hay otro factor que interviene en la estática de estos cuerpos. Y la conclusión es que si estaría en equilibrio.

- 8.1.6. Si la mesa de fuerzas se moviera con velocidad constante, ¿se verían afectados los resultados de este laboratorio? Fundamente su respuesta.

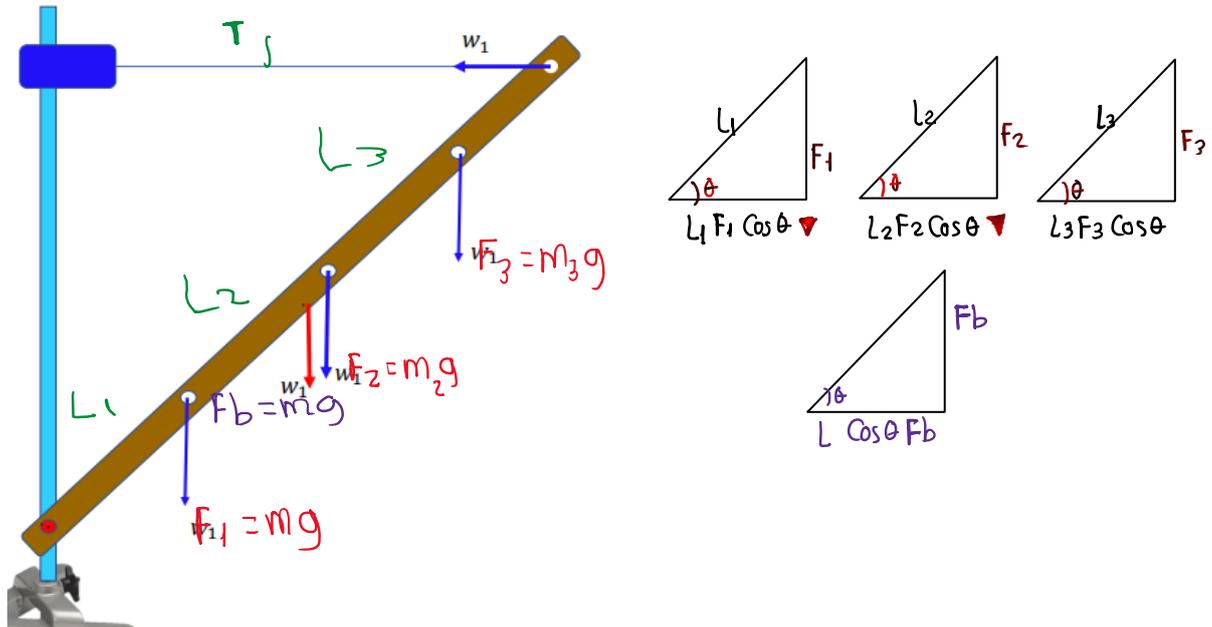
No, los resultados de este experimento no cambiarían si la mesa de fuerzas se moviera a una velocidad constante. Esto es porque una velocidad constante significa que no hay aceleración en el sistema, lo que mantiene al sistema en un marco de referencia inercial. En un marco inercial, las leyes de Newton y las condiciones de equilibrio siguen siendo las mismas.

Por decir en un tren que va a velocidad constante, y dentro del tren todo se verá muy normal, imaginemos que estamos haciendo el experimento en un tren, no va a pasar nada con el experimento, a menos que el tren se mueva de manera variada. Pero en velocidad constante no va a afectar.

- 8.1.7. Calcule el error absoluto y error relativo considerando como valor teórico la resultante de la tensión de la tabla de resumen.

8.2. Segunda condición de equilibrio.

8.2.1. Realice el DCL de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo rígido y formule ecuaciones de equilibrio para el sistema con los datos obtenido. Considerar también el peso del cuerpo rígido (Regla).



- Habiendo terminado por DCL, ahora construiremos una fórmula para hallar la tensión siguiendo esta fórmula:

$$\sum \vec{M}_0(\text{Horario}) = \sum \vec{M}_0(\text{Antihorario})$$

$$T = L_1 \cdot \cos \theta \cdot F_1 + L_2 \cdot \cos \theta \cdot F_2 + L_3 \cdot \cos \theta \cdot F_3 + L \cdot \cos \theta \cdot F_b$$

$$T = \cos \theta \cdot g(L_1 \cdot m_1 + L_2 \cdot m_2 + L_3 \cdot m_3 + Lmb)$$

- convertimos a kilogramos añadiendo la conversión:

$$T = \frac{\cos \theta \cdot g(L_1 \cdot m_1 + L_2 \cdot m_2 + L_3 \cdot m_3 + Lmb)}{\text{sen} \theta \cdot 0.96} \times \frac{1}{100000}$$

8.2.2. Conociendo los valores de los pesos \vec{w}_1 , \vec{w}_2 y \vec{w}_3 , las distancias L_i y el ángulo de inclinación, determine analíticamente el valor de la fuerza de tensión \vec{T} .

- ponemos los valores de la tabla 1 y usamos la fórmula para hallar la tensión

$$T = \frac{\cos 53 \times 9.76 (21 \cdot 105 + 50.5 \cdot 105 + 75.5 \cdot 105 + 121.8 \cdot 49.9)}{\sin 53 \times 0.96} \cdot \frac{1}{100000}$$

$$T = 1.6450$$

8.2.3. Compare este valor con el valor teórico medido por el Sensor de Fuerza. Determine también la fuerza de reacción en el punto de apoyo o (Figura4). Esta fuerza debe tener una pendiente de inclinación

$T_i(N)$ Teórico	$T_i(N)$ Experimental
1.64	1.63

- Al comparar con el valor obtenido por el sensor de fuerza vemos que el porcentaje de error es mínimo y podemos ver de manera eficaz y comprobar que la ecuación nos brinda valores aproximados.

8.2.4. Elabore una tabla, en el cual haga su resumen de los resultados obtenidos. Si existe diferencia, ¿A qué atribuye usted estas diferencias?

Tabla elaborada

$T_i(N)$ Teórico	$T_i(N)$ Experimental	θ_1	E%
1.64	1.63	53°	0.60
1.61	1.56	40°	3.10
0.95	0.91	50°	4.21
0.92	0.84	66°	8.69

Las diferencias pueden ser por, muchos factores tales como nosotros mismo al medir la distancia de cada una, también en la medida del Angulo que no siempre podemos medir exacto y también lo más importante es el ambiente en el que se hace el experimento. Pero a pesar de eso aunque en este procedimiento tengamos un porcentaje de error no tan bajo debido a las diferencias que se menciona anteriormente, podemos afirmar que sigue siendo eficaz las fórmulas usadas.

- 8.2.5. Si la cuerda de tensión que contiene al Sensor de Fuerza no estaría en posición horizontal, ¿Qué diferencias existirían en los cálculos analíticos de la fuerza de tensión y la fuerza de reacción en el punto de apoyo?

Si la cuerda de tensión que sostiene el Sensor de Fuerza no estaba en posición horizontal, los cálculos de la fuerza de tensión y la fuerza de reacción en el punto de apoyo serían significativamente diferentes. En este caso, la fuerza de tensión debería no solo un componente vertical, sino también un componente horizontal, dependiendo del ángulo de inclinación de la cuerda. Esto haría que la magnitud de la fuerza de tensión aumentara para contrarrestar las fuerzas en ambas direcciones. Además, la fuerza de reacción en el punto de apoyo también se vería alterada, ya que tendría que equilibrar tanto el componente vertical como el horizontal de la tensión. Esto cambiaría cómo se distribuyen las fuerzas en el sistema, pues el punto de apoyo necesitaría contrarrestar una mayor cantidad de fuerzas en ambas direcciones. En consecuencia, este ajuste podría modificar los resultados obtenidos y la interpretación del equilibrio del sistema.

- 8.2.6. Con los resultados obtenido de la pregunta 4, verifique si se cumple la segunda condición de equilibrio. Fundamenta tu respuesta.

Por los datos obtenido y comparando los dos valores se puede determinar con hacer la pregunta 1 que nos da a entender mejor de cómo se da esta condición y formula, con todo ello y de lo aprendido si se cumple.

9. CONCLUSIONES

Después de haber hecho todo el procedimiento de este experimento en este presente trabajo vimos como los valores tanto teóricos como experimentales se aproximan con una tasa de error porcentual buena que nos indica que cada ecuación del equilibrio de fuerzas nos ayuda si bien no es exacto, pero no deja de ser eficaz. Y pudimos llegar a esto gracias a las comparaciones que hicimos entre valores teórico y experimentales haciendo uso de tablas para guiarnos de la mejor manera. Siendo así que este experimento nos brindó mucha ayuda para comprobar todo esto.

10. Referencias

- Pérez Terrel, W. (2012). *FÍSICA Teoría y Práctica*. Lima: San Marcos.
- Salvador Timoteo , V. (2018). *FÍSICA*. Lima: San Marcos .