	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	23/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 3

Descomposición de fuerzas

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Ninguno	_____

Introducción

Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre una partícula es cero, decimos que está en equilibrio.

A partir de la segunda ley de Newton, cuya expresión simplificada es $\vec{F} = m \vec{a}$, si \vec{F} es cero, la aceleración es cero y la partícula se movería a velocidad constante o permanecería en reposo con respecto al marco de referencia establecido; en el primer caso se dice que la partícula está en equilibrio dinámico, y en el segundo estamos hablando de equilibrio estático.


Si no nos interesan las dimensiones del cuerpo, y por tanto tampoco su posible movimiento de rotación, lo podemos considerar como partícula, y podemos establecer que en el punto geométrico que lo modela está concentrada la masa del cuerpo. La condición necesaria y suficiente para que una partícula esté en equilibrio, es que la resultante de todas las fuerzas que actúan en ella sea el vector nulo.

Para lograr la condición de equilibrio, es necesario recurrir a un **diagrama de cuerpo libre (dcl)**, para facilitar la determinación de los valores de las fuerzas que permiten dicho equilibrio. En el caso del estudio del equilibrio de la partícula, el **dcl** es prácticamente el mismo que establece la geometría de la configuración que se pretende estudiar, y sólo habrá que completarlo con algunas medidas o valores angulares que permitan resolver la ecuación de equilibrio $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$.

Recordemos que en el **dcl** se debe *aislar* al cuerpo en estudio, *esquematizarlo* y poner en él todas las fuerzas externas a las que está sometido, teniendo en cuenta la tercera ley de Newton, es decir, por cada fuerza colocada en el **dcl**, habrá que ver qué o quién la está produciendo, o por qué es que está reaccionando. Debemos tener presente que un **dcl** bien trazado es más de la mitad del proceso para la resolución del problema.

1 Objetivos

a) Verificar la fuerza que actúa en una cuerda que une a un sistema de dos partículas que está en equilibrio.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	24/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


- b) Observar, medir y resolver el sistema de tres cuerpos conectados por medio de cuerdas y poleas en el plano, problema conocido como de los tres cuerpos.
- c) Observar, medir y resolver el problema de un cuerpo suspendido en el espacio por medio de tres cuerdas, el cual es una variante del problema conocido como el de los cuatro cuerpos.

2 Elementos conceptuales

- a) Modelo de partícula
- b) diagrama de cuerpo libre
- c) descomposición de fuerzas
- d) condiciones de equilibrio de una partícula
- e) consideraciones de una cuerda ideal
- f) tensión en cuerdas.

3 Equipo empleado

- 1 marco metálico con accesorios
- 2 juego de 4 cuerdas con ganchos y una argolla
- 3 dinamómetro de 10 N
- 4 juego de masas (1 de 0.05 kg, 1 de 0.1 kg, 2 de 0.2 kg y 1 de 0.5 kg)
- 5 plomada
- 6 flexómetro
- 7 varilla de acero con accesorios
- 8 juego de escudras (2)
- 9 balanza (uso general)

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	25/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4 Primer experimento

4.1 Coloque una abrazadera universal en el borde de uno de los travesaños laterales de un bastidor metálico azul, y apriete el tornillo de manera que quede firmemente sujeto. Luego coloque una polea de plástico en el larguero de la abrazadera, sujetándolo firmemente a ella, como se ilustra en la Figura 1, de manera que la polea pueda soportar una fuerza hacia abajo de cuando menos 2 N.



Figura 1 Una abrazadera universal con una polea de plástico, sujeta al bastidor.

4.2 Luego coloque una mordaza doble en la varilla vertical con base, a la misma altura a la que sujetó la abrazadera universal en el punto anterior, y en la parte plana de la mordaza sujete firmemente la otra polea de plástico, tal como se muestra en la Figura 2.

4.3 Por cada una de las poleas pase una cuerda con ganchos, cuidando que la cuerda esté colocada en el canal de la polea. Entre las porciones horizontales de las cuerdas coloque un dinamómetro de 10 N, y en los extremos de las porciones verticales coloque en cada cuerda un cilindro de 0.2 kg, tal como se muestra en la Figura 3.



Figura 2 Mordaza doble con una polea de plástico, sujeta a la varilla vertical con base.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	26/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 3 Dinamómetro colocado entre las poleas, con cuerdas y cilindros de 0.2 kg.

4.4 Mida la fuerza que se ejerce en el dinamómetro, así como la masa de cada uno de los cilindros, por medio de la balanza.


5 Segundo experimento

5.1 Ahora retire el dinamómetro, y enganche una de las cuerdas a un cilindro de 0.2 kg.

5.2 Coloque otro cilindro de 0.2 kg junto con otro de 0.05 kg, de manera que sumen 0.25 kg., en el gancho de una de las cuerdas laterales, y en el gancho de la otra cuerda coloque un cilindro de 0.1 kg. El arreglo de las dos cuerdas con un cilindro de 0.2 kg, uno de 0.1 kg y los otros dos de 0.2 y 0.05 kg se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Arreglo de dos cuerdas con un cilindro de 0.2 kg, uno de 0.1 kg y los otros dos de 0.2 y 0.05 kg.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	27/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

En caso de que alguno de los ganchos de los cilindros tope con la polea, acerque el bastidor y la varilla, de manera que no lo hagan.

5.3 Con ayuda de una plomada y de un flexómetro, determine las coordenadas de los puntos extremos de cada una de las porciones inclinadas de ambas cuerdas en el plano que las contiene (plano vertical). Para este fin establezca como elemento principal del marco de referencia a la mesa, que puede considerarse como un plano horizontal, y con un lápiz o un plumín marque los puntos que coincidan con el extremo inferior de la plomada.

Para establecer las coordenadas del nodo central, procure colocar el hilo de la plomada justo debajo del centro de la pesa que cuelga de la cuerda central.

5.4 Verifique la masa de cada uno de los cilindros empleados con la balanza.

6 Tercer experimento


6.1 Coloque el bastidor metálico azul sobre la mesa de trabajo, y coloque frente a él la varilla vertical con base, en el cual fijará en su parte superior el bloque de sujeción, tal como se muestra en la Figura 5.



Figura 5 Bloque de sujeción colocado en la varilla vertical con base.



Figura 6 Configuración del tercer experimento.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	28/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6.2 Tome el conjunto de cuerdas con argollas, y fije una de las argollas en uno de los tornillos del bloque de sujeción, e introduzca otras dos argollas del conjunto de cuerdas en dos agujeros laterales de cada uno de los largueros del bastidor metálico azul, de manera que queden a alturas diferentes. En la cuerda corta con argolla que queda colgando en el centro, coloque un cilindro de 0.5 kg, tal y como se muestra en la Figura 6.

6.3 Con ayuda de un dinamómetro de 10 N previamente calibrado en la dirección adecuada, mida la tensión en cada una de las cuerdas, enganchándolo en la argolla correspondiente y jalando justo en la dirección de la cuerda, hasta que el argolla se desprege ligeramente del tornillo del bloque de sujeción, tal como se muestra en la Figura 7, o del agujero del bastidor metálico azul, como se muestra en la Figura 8, sin que la cuerda toque el tornillo o el bastidor, respectivamente.



Figura 7 Medición de la tensión de la cuerda enganchada al bloque de sujeción.

6.4 Con ayuda de una plomada y de un flexómetro, determine las coordenadas de los puntos extremos de cada una de las porciones de las tres cuerdas, que coinciden con la posición de las argollas.

Para este fin establezca como elemento principal del marco de referencia a la mesa, que se puede considerar como un plano horizontal, y con un lápiz o un plumín marque los puntos que coincidan con el extremo inferior de la plomada. Para establecer las coordenadas del nodo central, procure colocar el hilo de la plomada justo debajo del centro de la pesa que cuelga de la cuerda central.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	29/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 8 Medición de la tensión de la cuerda colocada en el agujero del bastidor metálico.

6.5 Finalmente, verifique la masa de la pesa de 0.5 kg con la balanza.


7 Informe

En un documento, ya sea electrónico o en papel según lo solicite su profesor, escriba el identificador de la práctica, su título, los nombres de los integrantes de la brigada iniciando con el apellido paterno, el nombre de la asignatura (Mecánica) y el grupo en el que están inscritos. Luego, escriba los objetivos de la práctica. Posteriormente, incluya lo que se solicita a continuación.

7.1 Para el primer experimento, escriba su conclusión sobre la fuerza que se midió en el dinamómetro con respecto al peso de los cilindros colgados en las cuerdas.

7.2 Con respecto al segundo experimento, con base en las coordenadas medidas, obtenga los vectores unitarios asociados a las fuerzas de tensión de cada una de las cuerdas, con base en un marco de referencia cartesiano.

7.3 Considerando que los vectores unitarios calculados en el inciso anterior son correctos, resuelva analíticamente el problema de la determinación de las magnitudes de las tensiones en las cuerdas inclinadas, suponiendo conocida la tensión provocada por el cilindro colgado en la parte central.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	30/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

7.4 Calcule cada uno de los errores relativos porcentuales que se obtienen al comparar los resultados del inciso anterior con los pesos de los cilindros colgados en las cuerdas laterales.

7.5 Escriba las conclusiones del segundo experimento que considere importantes.

7.6 Para el tercer experimento, de forma similar al experimento anterior, obtenga los vectores unitarios correspondientes a cada una de las cuatro cuerdas, con respecto a un marco de referencia cartesiano.

7.7 De igual manera, suponiendo que las coordenadas medidas durante la práctica son correctas, resuelva el problema de la determinación de las magnitudes de las tensiones en cada una de las cuerdas oblicuas, considerando como único dato el peso del cilindro colgado.

7.8 Calcule los errores relativos porcentuales que se obtienen al comparar los resultados del inciso anterior con las fuerzas medidas con el dinamómetro en las cuerdas laterales.

7.9 Escriba las conclusiones del tercer experimento que considere importantes.

7.10 Incluya en el informe el cuestionario adjunto a esta práctica debidamente contestado.

7.11 Al final del informe, no olvide incluir las conclusiones, sugerencias y comentarios de cada uno de los integrantes de la brigada en el mismo documento y la fecha de realización.

8 Bibliografía

- 1 Beer F. P. Johnston Jr. E. R. & Mazurek D. F., **Mecánica Vectorial para Ingenieros, Estática**, 10ª edición, Editorial McGraw–Hill, México, 2013.
- 2 Hibbeler R. C., **Ingeniería Mecánica, Estática**, 12ª edición, Pearson Educación, México, 2010.

*Hugo Serrano Miranda
Yukihiro Minami Koyama*



Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica

Código:	MADO-04
Versión:	04
Página	31/77
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	12 de agosto de 2022

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Mecánica

La impresión de este documento es una copia no controlada

Cuestionario de la Práctica 3 de Mecánica

- 1 Suponga que se tienen las tres posibles configuraciones que se muestran en la Figura 9. Escriba en los cuadros debajo de la figura la letra que coincida con la relación entre los pesos a la que corresponde cada configuración.

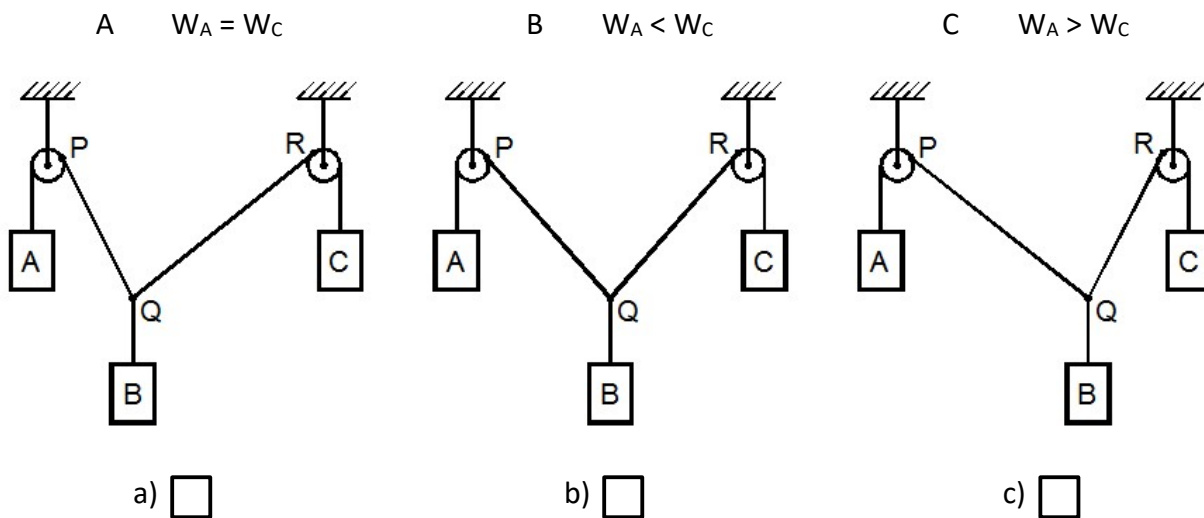



Figura 9 Configuraciones de equilibrio de tres cuerpos.

- 2 ¿Qué sucede a la configuración geométrica del triángulo formado por los puntos P, Q y R? si se tiene:

a) $W_A \gg W_B$, $W_A \approx W_C$

b) $W_B = W_A + W_C$, sin ninguna restricción

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	32/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- 3 Si en cada una de las configuraciones de la Figura 9 se sustituye cada uno de los cuerpos por otro, de tal forma que se cumplan las proporciones $W_A' = k W_A$, $W_B' = k W_B$ y $W_C' = k W_C$, con $k > 0$ ¿cambiará la configuración geométrica de los triángulos P, Q y R?

 si

 no

- 4 A partir de la configuración de la Figura 9 inciso a), bosqueje el triángulo de fuerzas en función de los pesos W_A , W_B y W_C , que determina el equilibrio de los tres cuerpos, y diga si el triángulo dibujado es semejante al triángulo formado por los puntos P, Q y R.

 si

 no

Fundamente su respuesta

- 5 En relación con la configuración de la Figura 1 inciso c), aplique el principio de Stevinus o regla generalizada del paralelogramo, con el fin de bosquejar gráficamente las fuerzas que interactúan. Señale las características del sistema de fuerzas.
