	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	15/49
		Sección ISO	7.3
		Fecha de emisión	6 de junio de 2016
Secretaría/División: División de Ciencias Básicas		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica Experimental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 3 Descomposición de fuerzas

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 este último caso 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 modela a la partícula está concentrada la masa del cuerpo. Así 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

dimensiones 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 hecho 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.
- 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.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	16/49
		Sección ISO	7.3
		Fecha de emisión	6 de junio de 2016
Secretaría/División: División de Ciencias Básicas		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica Experimental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

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 dinamómetro de 10 N
- 3 juego de cuatro masas: 50, 100, 200 y 500 g
- 4 plomada
- 5 flexómetro
- 6 varilla de acero con accesorios
- 7 base en V de hierro
- 8 juego de cuerdas con argollas (3).

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



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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	17/49
		Sección ISO	7.3
		Fecha de emisión	6 de junio de 2016
Secretaría/División: División de Ciencias Básicas		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica Experimental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

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 200 g, tal como se muestra en la Figura 3.

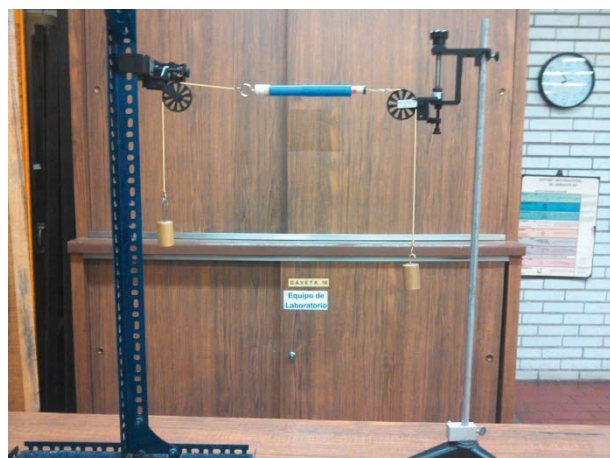


Figura 3 Dinamómetro colocado entre las poleas, con cuerdas y cilindros de 200 g.

4.4 Mida la fuerza que se ejerce en el dinamómetro, así como la masa de cada una de las pesas, por medio de la balanza.

5 Segundo experimento


5.1 Ahora retire el dinamómetro, y enganche una de las cuerdas a un cilindro de 200 g.

5.2 Coloque otro cilindro de 200 g junto con otro de 50 g, de manera que sumen 250 g., en el gancho de una de las cuerdas laterales, y en el gancho de la otra cuerda coloque un cilindro de 100 g. El arreglo de las dos cuerdas con un cilindro de 200 g, uno de 100 g y los otros dos de 200 y 50 g se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Arreglo de dos cuerdas con un cilindro de 200 g, uno de 100 g y los otros dos de 200 y 50 g.

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 marque los puntos que coincidan con el extremo inferior de la plomada.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	18/49
		Sección ISO	7.3
		Fecha de emisión	6 de junio de 2016
Secretaría/División: División de Ciencias Básicas		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica Experimental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

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.

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 500 g, tal y como se muestra en la Figura 6.



Figura 6 Configuración del tercer experimento.

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 el argolla correspondiente y jalando justo en la

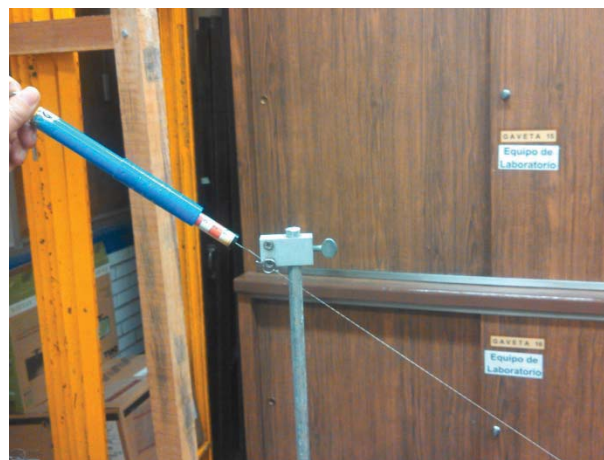



Figura 7 Medición de la tensión de la cuerda enganchada al bloque de sujeción.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	19/49
		Sección ISO	7.3
		Fecha de emisión	6 de junio de 2016
Secretaría/División: División de Ciencias Básicas		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica Experimental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

dirección de la cuerda, hasta que el argolla se desprende 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 8 Medición de la tensión de la cuerda colocada en el agujero del bastidor metálico.

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 puede considerar como un plano horizontal, y con un lápiz 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.

6.5 Finalmente, verifique la masa de la pesa de 500 g con la balanza.

7 Informe

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.

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	20/49
		Sección ISO	7.3
		Fecha de emisión	6 de junio de 2016
Secretaría/División: División de Ciencias Básicas		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica Experimental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

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 cada uno de 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 reporte el cuestionario adjunto a esta práctica debidamente contestado.

8 Conclusiones, sugerencias y comentarios

9 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
Yukihiko Minami Koyama*



**Manual de prácticas del
Laboratorio de Mecánica
Experimental**

Código:	MADO-04
Versión:	01
Página	21/49
Sección ISO	7.3
Fecha de emisión	6 de junio de 2016

Secretaría/División: División de Ciencias Básicas

Área/Departamento:
Laboratorio de Mecánica Experimental

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.

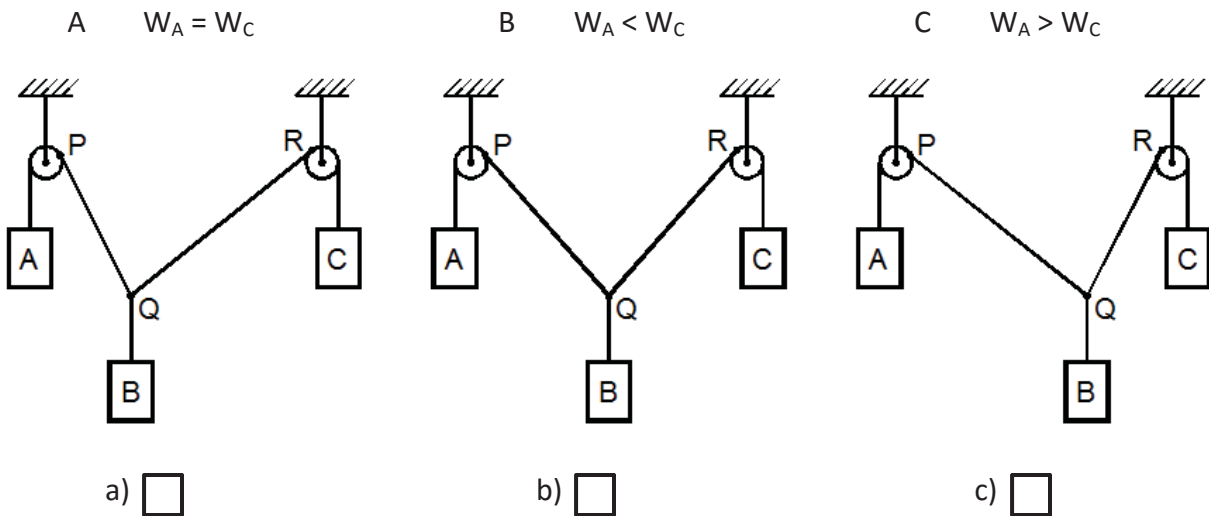



Figura 9 Configuraciones de equilibrio de tres cuerpos.

- 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 Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	22/49
		Sección ISO	7.3
		Fecha de emisión	6 de junio de 2016
Secretaría/División: División de Ciencias Básicas		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica Experimental	
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.
