

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	2/49
		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 1 Conceptos básicos

Introducción

El estudio de cualquier disciplina científica requiere necesariamente el auxilio imprescindible de modelos conceptuales; la mecánica, como tal, además de considerar los diferentes modelos de cuerpos: partícula, cuerpo rígido y cuerpo deformable, también requiere del modelado de las diferentes acciones que se presentan entre ellos, es decir el modelado de fuerzas.

En el ámbito de las diferentes ramas de la mecánica que estudia el ingeniero: mecánica de materiales, mecánica del medio continuo, teoría de la plasticidad, entre otras, están presentes diferentes fuerzas, como son las concentradas y las distribuidas.

En esta práctica se estudiará el modelado de las fuerzas concentradas, su representación vectorial analítica y algunos de los aspectos prácticos en la manipulación de vectores en el plano.

1 Objetivos

1.1 Comprender la idea de sistema de referencia coordinado, con el objeto de dar significado físico a las relaciones geométricas entre los elementos que conforman al modelo (posición de puntos, distancia entre puntos, ángulo entre rectas, etc.), así como también

asignar las direcciones y sentidos de las interacciones de los cuerpos y los efectos externos que éstas producen.

1.2 Realizar mediciones de longitudes mediante el auxilio de escuadras, flexómetros, niveles y plomadas, para representar analíticamente mediante vectores, las posiciones de diferentes puntos.

1.3 Representar vectorialmente las diferentes acciones entre algunos de los cuerpos que conforman al modelo mecánico.

2 Elementos conceptuales

Conceptos básicos de geometría analítica

- a) vector de posición
- b) producto escalar y vectorial
- c) componentes escalares y vectoriales de un vector
- d) punto y recta en el plano y sus relaciones geométricas.

Conceptos básicos de mecánica

- e) concepto físico de fuerza y su representación vectorial
- f) principios de Stevinus y de transmisibilidad.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	3/49
		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 Equipo empleado

- 1 Sistema de varillas con accesorios
- 2 juego de masas (2 de 0.5 kg c/u)
- 3 flexómetro
- 4 hilo de cáñamo
- 5 nivel
- 6 poleas (2)
- 7 dinamómetro de 10 N
- 8 plomada
- 9 juego de escuadras (2).

4 Descripción y funcionamiento del primer modelo experimental

La configuración física del modelo, previamente armado con todos sus componentes, se muestra en las Figuras 1 y 2.

El sistema mecánico está conformado por tres varillas de acero, dos de ellas atornilladas verticalmente en bases de hierro y la tercera, oblicua, unida a estas dos mediante abrazaderas. El eje de la polea se sujeta a uno de los extremos de un hilo (punto C), y el otro extremo se sujeta a la argolla en A, la cual está unida a un anillo deslizante que puede fijarse mediante un tornillo apresor.



Figura 1 Vista frontal del primer modelo mecánico.

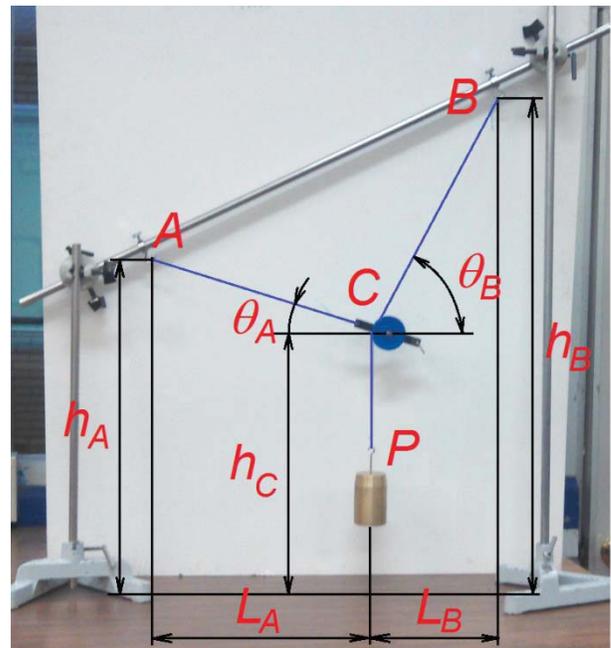


Figura 2 Indicaciones para la medición de longitudes y ángulos.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	4/49
		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			

El cilindro de bronce que se muestra suspendido en el modelo, está unido al extremo inferior de un hilo por medio de un gancho, y se hace pasar por la polea C. El otro extremo se sujeta a un anillo deslizante en B.

Las siguientes mediciones deberán realizarse directamente con el dinamómetro, y corresponden a las magnitudes de las fuerzas de tensión en los hilos 1 y 2.

Fuerza de tensión en el hilo 1, $|\overline{T}_1|$ o T_1 :

$$T_1 = \text{_____ N}$$

Fuerza de tensión en el hilo 2, $|\overline{T}_2|$ o T_2 :

$$T_2 = \text{_____ N}$$

5 Actividades experimento

5.1 Medición de las alturas de algunos puntos

Estas mediciones deberán realizarse con el flexómetro y el auxilio de la plomada, para garantizar la vertical.

Registro de alturas

$$h_A = \text{_____ cm} \quad h_B = \text{_____ cm}$$

$$h_C = \text{_____ cm}$$

5.2 Medición de longitudes sobre la mesa

Estas mediciones se harán directamente con el flexómetro, entre las marcas del plumín que denotan el pie de la vertical para cada una de las alturas.

Registro de distancias horizontales

$$L_A = \text{_____ cm} \quad L_B = \text{_____ cm}$$

5.3 Registro de las magnitudes de las fuerzas

Nota aclaratoria: el hilo que sostiene al cilindro, en uno de sus extremos (punto P), que pasa alrededor de la polea y se sujeta a la argolla en B, se le denominará hilo 1. El hilo que se sujeta a la argolla en A y al eje de la polea, se le denominará hilo 2.



Figura 3 Forma de medir tensiones en un hilo.

La forma de medir la tensión en los hilos con el dinamómetro se muestra en la Figura 3. Se desengancha el hilo de la argolla y se coloca en el extremo del dinamómetro, previamente calibrado. A continuación se hace coincidir este extremo en la posición de la argolla, cuidando que la extensión del instrumento

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	5/49
		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			

forme parte de la extensión hipotética del hilo, es decir, se debe tener cuidado que tanto el dinamómetro como el hilo estén contenidos en el soporte de la fuerza de tensión.

6 Desarrollo y cálculos vectoriales

6.1 Verificar que las expresiones de los ángulos ϑ_A y ϑ_B , en función de alturas y longitudes medidas, están dadas por:

$$\theta_A = \arctan \left(\frac{h_A - h_C}{L_A} \right), \text{ y}$$

$$\theta_B = \arctan \left(\frac{h_B - h_C}{L_B} \right).$$

6.2 Con los registros del apartado 5.1, evalúe, en grados sexagesimales, las expresiones de los ángulos ϑ_A y ϑ_B obtenidas en el apartado anterior.

$$\vartheta_A = \text{_____}^\circ \text{ y } \vartheta_B = \text{_____}^\circ$$

6.3 Ubicar el origen y la orientación del marco de referencia en dos dimensiones, donde mejor juzgue conveniente. Después de haber realizado la selección, determinar los vectores de posición que se indican a continuación, con respecto al marco elegido.

$$\vec{r}_A = \vec{OA}; \quad \vec{OA} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_B = \vec{OB}; \quad \vec{OB} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_C = \vec{OC}; \quad \vec{OC} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_{CA} = \vec{CA}; \quad \vec{CA} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_{CB} = \vec{CB}; \quad \vec{CB} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

6.4 Con los valores numéricos de los ángulos ϑ_A y ϑ_B , y de los registros de las magnitudes de las fuerzas obtenidas en el apartado 5.3, obtenga los siguientes vectores fuerza:

$$\vec{F}_{AC} = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$

$$\vec{F}_{BC} = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$

La notación F_{BC} significa la acción de la fuerza de tensión en el hilo 1 (cuerpo 1) sobre la argolla B (cuerpo 2), mientras que F_{AC} significa la acción de la fuerza de tensión en el hilo 2 (cuerpo 3) sobre la argolla A (cuerpo 4).

6.5 De acuerdo con la notación sugerida en el apartado anterior, obtener los vectores de las siguientes fuerzas que a continuación se señalan, es decir, escribir en los corchetes correspondientes a los subíndices, las letras que indican la orientación de la fuerza, por ejemplo, si a la notación de la fuerza $\vec{F}_{[] []}$ se le colocan las letras M y N, es decir, $\vec{F}_{[M][N]}$, significa que la acción de esta fuerza está orientada desde el punto M hacia el punto N:

a) del cilindro sobre el extremo inferior del hilo 1

$$\vec{F}_{[] []} = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	6/49
		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			

b) de la argolla B sobre el extremo superior del hilo 1

$$\vec{F}_{[]} = (\quad , \quad) N$$

c) de la argolla A sobre el extremo superior del hilo 2

$$\vec{F}_{[]} = (\quad , \quad) N$$

d) del hilo 2 sobre el eje de la polea

$$\vec{F}_{[]} = (\quad , \quad) N$$

e) la atracción terrestre sobre el cilindro

$$\vec{F}_{[]} = (\quad , \quad) N$$

La representación de la siguiente fuerza requiere la aplicación del principio de Stevin.

f) la acción total del hilo 1 sobre la ranura de la polea

$$\vec{F}_{[]} = \vec{F}_{[]} + \vec{F}_{[]}$$

$$\vec{F}_{[]} = (\quad , \quad) N$$

6.6 Efectuar la suma vectorial de las fuerzas expresadas en d) y f). ¿Cuál es la interpretación física de este resultado? ¿Qué resultado matemático debe esperarse?

6.7 Del mismo modo, realizar la suma vectorial de las fuerzas expresadas en b) y c). ¿Cuál es la interpretación física de este

resultado? ¿Qué resultado matemático debe esperarse?

6.8 La Figura 4 muestra los soportes en donde deben estar contenidas las fuerzas representadas vectorialmente en el apartado **6.5**, lugares geométricos que están determinados por los segmentos \overline{AC} , \overline{BC} y \overline{CP} .

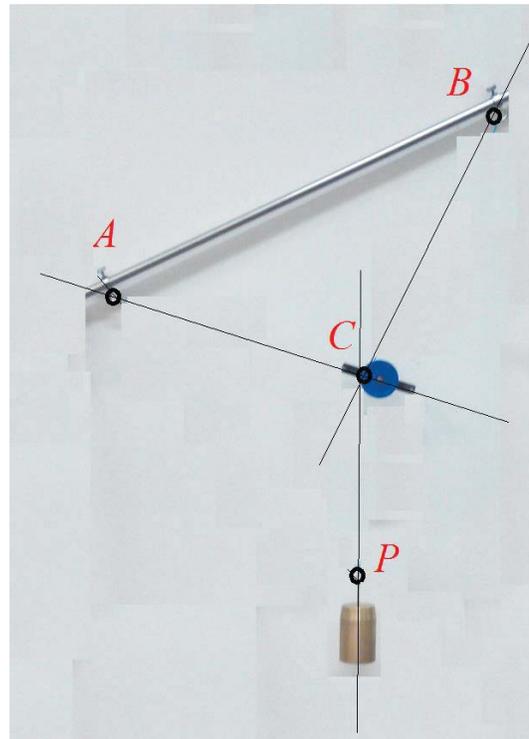


Figura 4 Indicación de las fuerzas en los elementos.

Dibuje sobre la figura, los seis segmentos dirigidos obtenidos en 6.5. Se sugiere que ubique cada una de estas representaciones vectoriales con flechas, considerando su punto de aplicación atendiendo al principio de



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

Código:	MADO-04
Versión:	01
Página	7/49
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

transmisibilidad, el cual puede ser el extremo donde está la cabeza de la flecha o el extremo donde está la cola, tal como se muestra en la Figura 5. En ambos casos, el efecto externo sobre la partícula es el mismo.

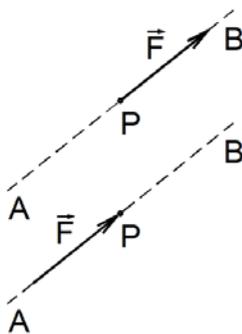


Figura 5 Dos formas de representar el punto de aplicación de una fuerza sobre una partícula.

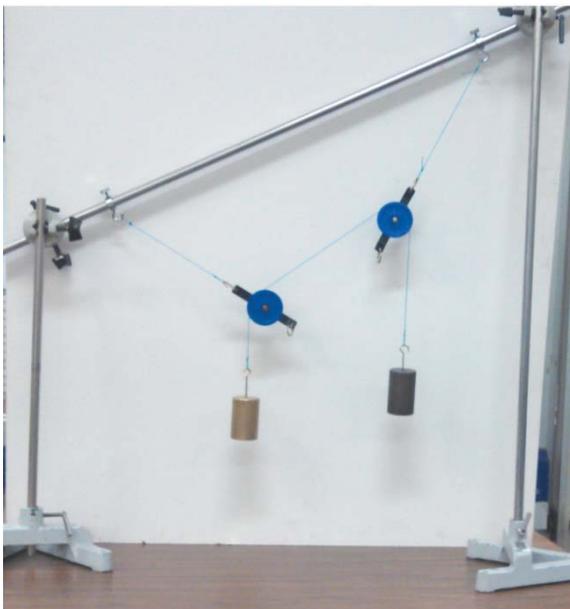


Figura 6 Vista frontal del segundo modelo mecánico.

7 Descripción y funcionamiento del segundo modelo experimental

La configuración física del modelo, previamente armado con todos sus componentes, se muestra en las Figuras 6 y 7.

Los dos cilindros tienen el mismo peso y se conectan por medio del hilo 1, P_1CDP_2 , el de la izquierda en su extremo P_1 y el de la derecha en el otro extremo P_2 . Los ejes de las poleas se unen a los anillos A y B por medio de dos hilos, la primera al hilo 2 \overline{AC} , y la segunda al hilo 3 \overline{BD} . El sistema está en equilibrio ¿Por qué?

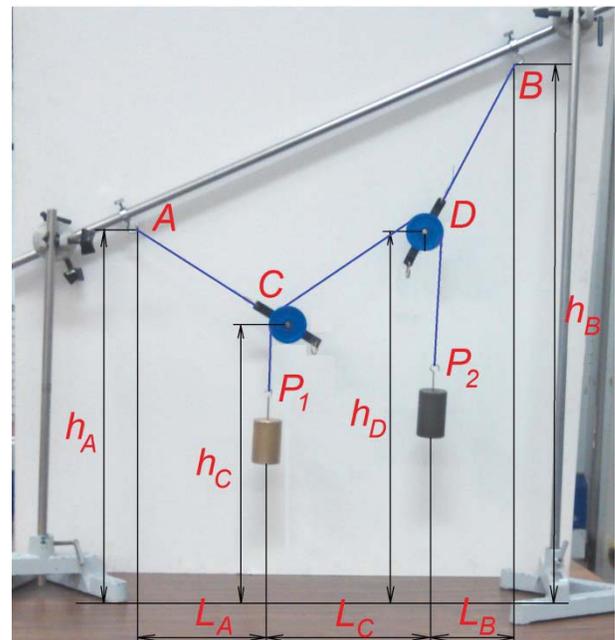


Figura 7 Indicaciones para la medición de longitudes.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	8/49
		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			

8 Actividades experimentales

8.1 Medición de las alturas de los siguientes puntos

Registro de alturas

$$h_A = \text{_____ cm} \quad h_B = \text{_____ cm}$$

$$h_C = \text{_____ cm} \quad h_D = \text{_____ cm}$$

8.2 Medición de longitudes sobre la mesa

Registro de distancias horizontales

$$L_A = \text{_____ cm} \quad L_B = \text{_____ cm}$$

$$L_C = \text{_____ cm}$$

8.3 Registro de las magnitudes de las fuerzas

Magnitudes de las fuerzas medidas directamente con el dinamómetro

Fuerza de tensión en el hilo 2, $|\vec{T}_2| = T_2$

$$T_2 = \text{_____ N}$$

Fuerza de tensión en el hilo 3, $|\vec{T}_3| = T_3$

$$T_3 = \text{_____ N}$$

Fuerza de tensión en el extremo P₁ del hilo 1,

$$|\vec{T}_{P_1}| = T_{P_1}$$

$$T_{P_1} = \text{_____ N}$$

Fuerza de tensión en el extremo P₂ del hilo 1,

$$|\vec{T}_{P_2}| = T_{P_2}$$

$$T_{P_2} = \text{_____ N}$$

8.4 Ubicar el origen y la orientación del marco de referencia en dos dimensiones, donde mejor juzgue conveniente. Después de realizar la selección, determinar los vectores de posición que se indican a continuación, con respecto al marco elegido.

$$\vec{r}_A = \vec{OA}; \quad \vec{OA} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_B = \vec{OB}; \quad \vec{OB} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_C = \vec{OC}; \quad \vec{OC} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_D = \vec{OD}; \quad \vec{OD} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_{CA} = \vec{CA}; \quad \vec{CA} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_{DB} = \vec{DB}; \quad \vec{DB} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

8.5 Obtener los vectores de las siguientes fuerzas que a continuación se señalan

a) de la argolla A sobre el extremo superior del hilo 2

$$\vec{F}_1 = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$

b) de la argolla B sobre el extremo superior del hilo 3

$$\vec{F}_2 = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$

c) del hilo 2 sobre el eje de la polea

$$\vec{F}_{[\]} = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica Experimental	Código:	MADO-04
		Versión:	01
		Página	9/49
		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			

d) del hilo 3 sobre el eje de la polea

$$\vec{F}_{[1]} = (\underline{\quad}, \underline{\quad}) N$$

e) la atracción terrestre sobre el cilindro de la izquierda

$$\vec{F}_{[1]} = (\underline{\quad}, \underline{\quad}) N$$

La representación de la fuerza siguiente requiere la aplicación del principio de Stevin.

f) la acción total del hilo 1 sobre la ranura de la polea de la derecha

$$\vec{F}_{[1]} = \vec{F}_{[1]} + \vec{F}_{[1]}$$

$$\vec{F}_{[1]} = (\underline{\quad}, \underline{\quad}) N$$

8.6 Efectuar la suma vectorial de las fuerzas expresadas en d) y f). ¿Cuál es la interpretación física de este resultado? ¿Qué resultado matemático debe esperarse?

8.7 Del mismo modo, realizar la suma vectorial de las fuerzas expresadas en a) y b) ¿Cuál es la interpretación física de este resultado? ¿Qué resultado matemático debe esperarse?

8.8 De manera similar al apartado 6.8, dibuje sobre un esquema simplificado de la Figura 6, los seis segmentos dirigidos obtenidos en 8.5. Al igual que en el apartado mencionado, se sugiere que ubique cada una

de estas representaciones vectoriales con flechas, considerando su punto de aplicación atendiendo al principio de transmisibilidad, tal como se muestra en la Figura 5.

9 Informe

El desarrollo de los modelos matemáticos indicados en los apartados 6 y 8.

10 Conclusiones, sugerencias y comentarios

11 Bibliografía

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

*Hugo Serrano Miranda
Yukihiko Minami Koyama*