Mecánica - Elementos Básicos

Date: July, 2017, **Location:** Quito, Pichincha, Ecuador.

Actividad: Literature Review	**WBS - (Masa)**

1. **Física. Robert Resnick** (91)
2. **Dinámica de Sistemas. Katsuhiko Ogata** (12)
3. **Kuo** (163)

1.

Unamos un resorte a nuestro cuerpo estándar (el kilogramo estándar, al cual asignamos arbitrariamente una masa de $m_0 = 1$ kg, exactamente) y démosle una aceleración a_0 de, digamos, 2.00 m/s^2 usando el método de la figura 2*b*. Midamos cuidadosamente la extensión ΔL del resorte asociada a la fuerza que el resorte está ejerciendo sobre el bloque.

Unamos ahora dos cuerpos estándar idénticos al resorte y apliquemos la misma fuerza que antes (esto es, jalemos de los dos cuerpos hasta que el resorte se estire la misma cantidad ΔL). Medimos la aceleración de los dos cuerpos, y obtenemos el valor de 1.00 m/s^2. Si usáramos tres cuerpos estándar idénticos y aplicásemos la misma fuerza, obtendríamos una aceleración de 0.667 m/s^2.

A partir de estas observaciones parece que, para una fuerza dada, cuanto más grande sea la masa menor será la aceleración. Más precisamente, concluimos de tales experimentos que *la aceleración producida por una fuerza dada es inversamente proporcional a la masa que es acelerada*. Otra manera de decir esto sería: *la masa de un cuerpo es inversamente proporcional a la aceleración que recibe por la aplicación de una fuerza dada*. La masa de un cuerpo puede entonces considerarse como *una medida cuantitativa de la resistencia de un cuerpo a la aceleración producida por una fuerza dada.*

Esta observación nos da una manera directa de comparar las masas de cuerpos diferentes: simplemente comparamos las aceleraciones medidas por la aplicación de una fuerza determinada a cada cuerpo. La razón de las masas de los dos cuerpos es entonces la misma que la razón *inversa* de las aceleraciones dadas a estos cuerpos por esa fuerza, o sea

$$\frac{m_1}{m_0} = \frac{a_0}{a_1} \quad \text{(actuando la misma fuerza } F\text{).}$$

Aquí estamos comparando la aceleración a_1 del cuerpo de masa desconocida m_1 con la aceleración a_0 impartida al cuerpo estándar de masa m_0.

Por ejemplo, supongamos como antes que usamos una fuerza que produzca una aceleración de 2.00 m/s^2 sobre el cuerpo estándar. Aplicamos la misma fuerza (estirando el resorte en la misma cantidad ΔL) a un cuerpo de masa desconocida m_1, y medimos una aceleración a_1 de, digamos, 0.50 m/s^2. Podemos entonces resolver para la masa desconocida, lo cual nos da

$$m_1 = m_0\left(\frac{a_0}{a_1}\right) = (1.00\text{ kg})\left(\frac{2.00\text{ m/s}^2}{0.50\text{ m/s}^2}\right) = 4.00\text{ kg.}$$

El segundo cuerpo, que tiene solamente un cuarto de la aceleración del primer cuerpo cuando actúa sobre él la misma fuerza, tiene cuatro veces la masa del primer cuerpo. Esto ilustra la relación inversa entre masa y aceleración para una fuerza dada.

Podemos demostrar, en otro experimento más de este tipo, que si los objetos de masa m_1 y m_2 se unen entre sí, se comportan mecánicamente como un solo objeto de masa $(m_1 + m_2)$. En otras palabras, *las masas se suman como (y son) cantidades escalares.*

5-5 SEGUNDA LEY DE NEWTON

Podemos ahora resumir todos los experimentos y definiciones descritos anteriormente en una ecuación, la ecuación fundamental de la mecánica clásica,

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}. \qquad (1)$$

En esta ecuación Σ **F** es la *suma* (vectorial) *de todas* las fuerzas *que actúan sobre* el cuerpo, *m* es la masa del cuerpo, y **a** es su aceleración (vectorial). Usualmente nos referiremos a Σ **F** como la fuerza *resultante*, o fuerza *neta*.

La ecuación (1) es un enunciado de la segunda ley de Newton. Si la escribimos en la forma $\mathbf{a} = (\Sigma \mathbf{F})/m$, podremos ver fácilmente que la aceleración del cuerpo es, en magnitud, directamente proporcional a la fuerza resultante que actúa sobre él en dirección paralela a esta fuerza. Vemos también que la aceleración, para una fuerza dada, es inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Masa. La *masa* de un cuerpo es la cantidad de materia que contiene, la cual se supone constante. Físicamente, la masa es la propiedad de un cuerpo que da su inercia; esto es, la resistencia a arrancar y parar. Un cuerpo es atraído por la Tierra y la magnitud de la fuerza que la Tierra ejerce sobre él se llama *peso*.

En situaciones prácticas, conocemos el peso w de un cuerpo, pero no la masa m. Calculamos la masa m mediante:

$$m = \frac{w}{g}$$

2.

Fuerza. La *fuerza* puede definirse como la causa que tiende a producir un cambio en el movimiento de un cuerpo sobre el que actúa. Con objeto de mover un cuerpo debe aplicársele una fuerza. Hay dos tipos de fuerza capaces de actuar sobre un cuerpo: fuerzas *de contacto* y fuerzas *de campo*. Las fuerzas de contacto son aquellas que se establecen en contacto directo con el cuerpo, en tanto que las fuerzas de campo, tales como la fuerza gravitacional y la fuerza magnética, actúan sobre el cuerpo, pero no se ponen en contacto con él.

Momento de inercia. El *momento de inercia J* de un cuerpo rígido alrededor de un eje se define como:

$$J = \int r^2 \, dm$$

donde dm es un elemento de masa, r la distancia del eje a dm y la integración se efectúa sobre el cuerpo. Al considerar momentos de inercia, suponemos que el cuerpo en rotación es perfectamente rígido. Físicamente, el momento de inercia de un cuerpo es una medida de su resistencia a la aceleración angular.

Par o momento de fuerza. El *par o momento de fuerza*, se define como cualquier causa que tienda a producir un cambio en el movimiento rotacional de un cuerpo sobre el cual actúa. El par es el producto de una fuerza y la distancia perpendicular desde un punto de rotación a la línea de acción de la fuerza. Las unidades del par son unidades de fuerza por longitud, tales como N-m, dyn-cm y lb_f-ft.

Segunda ley de Newton (del movimiento rotacional). Para un cuerpo rígido en rotación pura alrededor de un eje fijo, la segunda ley de Newton establece que

$$\sum \text{Pares} = (\text{momento de inercia})(\text{aceleración angular})$$

o bien

$$\sum T = J\alpha \tag{2-2}$$

donde $\sum T$ es la suma de todos los pares que actúan alrededor de un eje dado, J es el momento de inercia del cuerpo alrededor de ese eje y α es la aceleración angular.

Elementos de inercia. Por *elementos de inercia* entendemos las masas y los momentos de inercia. Puesto que las masas y los momentos de inercia se presentaron en detalle en la Sec. 2-1, aquí bastará una breve explicación.

La *inercia* puede definirse como el cambio en fuerza (par) requerido para producir un cambio unitario en la aceleración (aceleración angular). Esto es,

$$\text{Inercia (masa)} = \frac{\text{cambio de la fuerza}}{\text{cambio en la aceleración}} \; \frac{\text{N}}{\text{m/s}^2} \text{ o kg}$$

$$\text{Inercia (momento de inercia)} = \frac{\text{cambio en el par}}{\text{cambio en la aceleración angular}}$$

$$\frac{\text{N}-\text{m}}{\text{rad/s}^2} \text{ o kg-m}^2$$

1. **Masa.** *La masa es la propiedad de un elemento de almacenar energía cinética del movimiento de traslación.* La masa es análoga a la inductancia de circuitos eléctricos. Si W denota el peso del cuerpo, entonces M está dada por:

$$M = \frac{W}{g} \tag{4-15}$$

en donde g es la aceleración de caída libre del cuerpo debida a la gravedad. (g = 32.174 pies/s^2 en unidades británicas, y g = 9.8066 m/s^2 en el SI de unidades.)

El conjunto consistente de unidades básicas en unidades del sistema británico o del SI son:

Unidades	Masa M	Aceleración	Fuerza
SI	kilogramo (kg)	m/s^2	Newton (N)
Británicas	slug	pies/s^2	libra (lb fuerza)

3.