2. Ley de Equilibrio

2.1 Objetivos

2.1.1 General

- Corroborar a partir de simulaciones las leyes de equilibrio

2.1.2 Específicos

- Dadas un conjunto de masas, determinar las posiciones para las cuales un sistema se encuenta en equilibrio

2.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

En física, uno de los ejemplos más claros del uso de las leyes de Newton esta relacionado con las *condiciones de equilibrio*. Sabemos que la segunda ley de Newton relaciona la fuerza (o fuerzas) impresas sobre un objeto con sus estado de movimiento a través de la famosa relación

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}\,, \tag{2.1}$$

siendo m la masa del objeto y en donde hacemos enfásis en el caracter vectorial de las cantidades.

Uan caso particular de esta expresión consiste cuando el objeto en cuestión o bien esta en reposo o moviéndose con velocidad constante. En este caso, la aceleración es cero y tendremos que

$$\sum \vec{F} = 0\,. \tag{2.2}$$

Note que esta expresión nos indica que pueden existir muchas fuerzas actuando sobre un objeto, pero si su suma vectorial es cero, éste estará en reposo o con velocidad constante (primera ley de Newton). A la expresión (2.5) se le conoce como *condición de equilibrio traslacional*.

Se puede extender éste resultado para el caso de un objeto que experimente una rotación alrededor de un pivote. En este caso, las fuerzas producen *torques* (o momentos de fuerza) que son los cuasantes

de la rotación. Si la posición desde un punto donde se aplica una fuerza $\vec{F}$ a un pivote es $\vec{r}$ el torque está dado por

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}\,, \tag{2.3}$$

el producto vectorial de $\vec{r}$ y $\vec{F}$. Para el caso particular en que la fuerza actúa de forma perpendicular al *brazo de palanca* la magnitud del torque se escribe simplemente

$$\tau = rF\,. \tag{2.4}$$

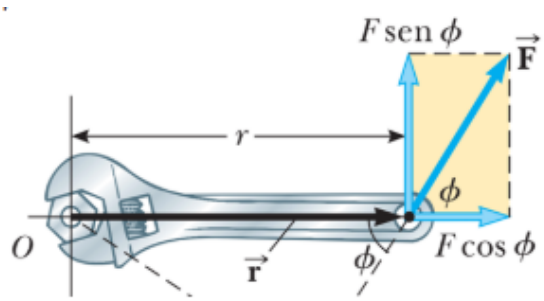

Figura 2.1: Torque o momento de fuerza

Diremos entonces que un cuerpo se encuentra en equilibrio si además de estar en equilibrio traslacional, ésta también en equilibrio rotacional

$$\sum \vec{F} = 0, \qquad \text{y} \qquad \sum \vec{\tau} = 0\,. \tag{2.5}$$

A partir de estas relaciones podemos bien encontrar la posición r para la cual un conjunto de masas produce una situación de equilibrio, o bien hallar las masas dadas sus posiciones fijas.

Figura 2.2: Sistema en equilibrio

2.3 Actividades Previas al Laboratorio

Realice las siguientes actividades en forma individual en casa, con antelación a la práctica de laboratorio

1. Explique en qué consiste la Ley de equilibrio.
2. Vea con detenimiento el siguiente video https://www.youtube.com/watch?v=wl4EoASQb3s. Reproduzca en detalle los ejemplos propuestos.
3. Escriba las diferencias entre equilibrio rotacional y traslacional. ¿Puede mostrar aguna situación en la que haya equilibrio rotacional pero no traslacional?

2.4 Herramienta Virtual

Para la práctica virtual se hará uso del simulador disponible en el link

https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_es_MX.html

Si no puede correr la simulación al descargarla, asegúrese que su computador tenga instalada una versión reciente de Java Runtime Environment. Para descargar o actualizar una versión Windows, Mac o Linux visite el siguiente link:

https://www.java.com/es/download/

Existen además tutoriales para usar la herramienta, por ejemplo

https://www.youtube.com/watch?v=ugbGPbWQmOo

Se desplegará entonces una ventana con tres tareas diferentes

Figura 2.3: Tareas del simulador *Ley de Equilibrio*

2.5 Toma y análisis de Datos

2.5.1 Introducción

En ésta tarea comprobaremos la ley de equilibrio (1.1).

1. Esta primera parte consiste en familiarizarse con el entorno. Existe una sube y baja similar al de los parques de diversiones, y para esta primera tarea dos extintores de masas 5 kg y una caneca de basura de 10 kg. El panel derecho nos da la posibilidad de visualizar el valor de las masas, la fuerza de los objetos y el nivel. Admás, existen marcas a lo largo del sube y baja y la posibilidad de utilizar una regla.

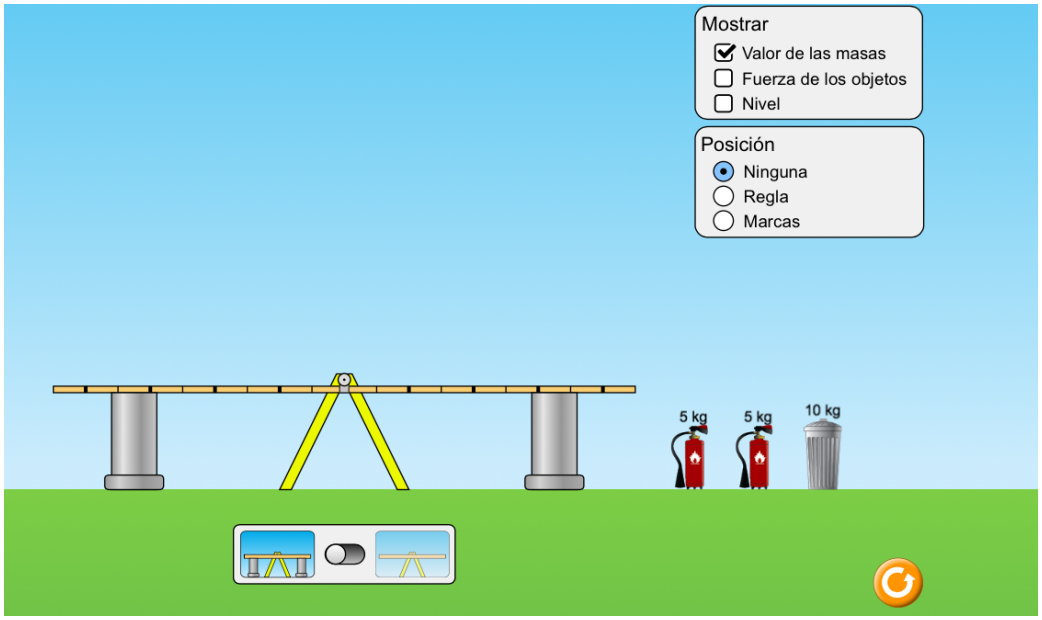

Figura 2.4: Entorno gráfico de la herramienta introducción.

2. Verifique que efectivamente para el caso de los dos extintores (iguales masas) la posición de equilibrio corresponde a marcas iguales (posiciones) medidas desde el centro del sube y baja.
3. Ubique la caneca de basura en la posición **4** del lado derecho del sube y baja. Ubique ambos extintores al lado izquierdo del sube y baja y determine de forma experimental la posición para la cual el sistema estará en equilibrio. Recuerde que el torque en este caso se escribe como

$$\tau = F \cdot x\,. \tag{2.6}$$

siendo F el peso de cada objeto y x la distancia del pivote al objeto.
4. Active ahora la regla y ubique la masa de 10 kg a una distancia de 1 m del centro del pivote. ¿En qué posición debe ubicar la masa de 5 kg para que el sube y baja se encuentre en equilibrio? Verifique con la ley de equilibrio que su resultado coincide. repita ésta tarea ubicando ahora la masa de 10 kg a una distancia de 2 m.

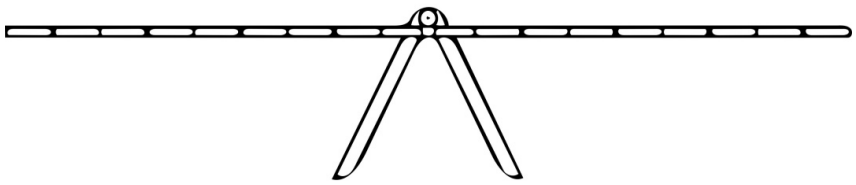

Figura 2.5: Ley de equilibrio

2.5.2 Laboratorio de Equilibrio

A diferencia de la tarea introducción en ésta podemos usar una gran cantidad de masas de 5 kg, 10 kg 15 kg y 20 kg. Las herramientas de visualización (fuerza de los objetos, valor de las masas, posiciones, etc.) son las mismas que en la tarea anterior

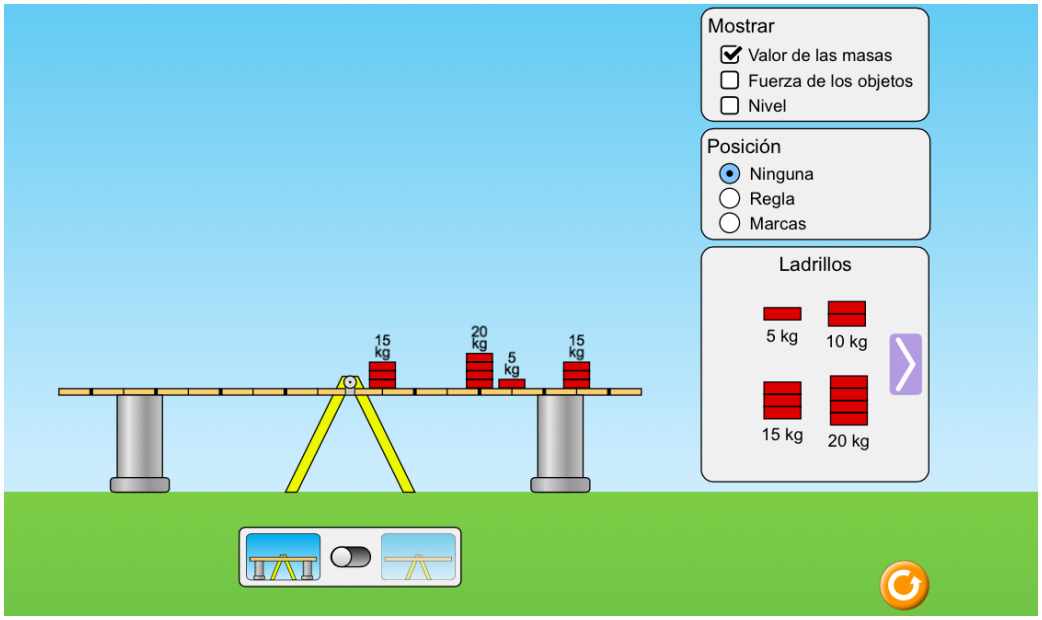

Figura 2.6: Ley de equilibrio en el entorno laboratorio.

1. Active ahora la regla y ubique la masa de 10 kg a una distancia de 1 m del centro del pivote. ¿En qué posición debe ubicar la masa de 15 kg para que el sube y baja se encuentre en equilibrio?
2. Coloque ahora una masa de 20 kg a 2 m a la derecha del pivote. ¿Dónde debe colocar la masa (masas) adicionales para encontrar el equilibrio estático? Incluya la cantidad de masas y la posición en la figura

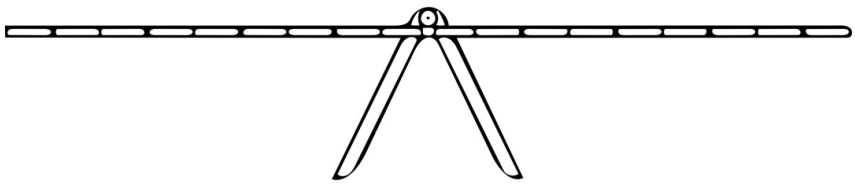

Figura 2.7: Ley de equilibrio

3. Con la misma disposición de la masa de 20 kg del caso anterior, utilice solamente masas de 5 kg para encontrar el equilibrio. Registre las posiciones usando la figura adjunta

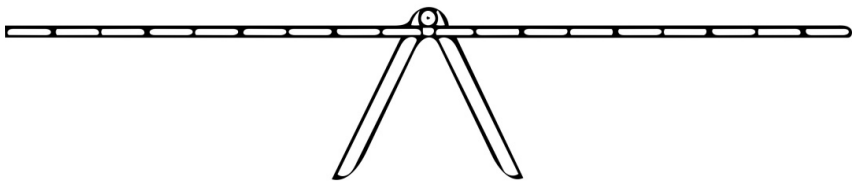

Figura 2.8: Ley de equilibrio

4. Usando la evidencia del laboratorio describa el rol que desempeña distancia desde el pivote en el balance del sube y baja
5. ¿Qué papel desempeña la masa en el balance del sube y baja? (considere el caso del sube y baja ubicado en un planeta en el cual la aceleración de la gravedad sea distinto al de la tierra). ¿Cómo cmabia su respuesta en un espacio con *ingradivez*?
6. Imagine ahora una situación diferente como la mostrada en la figura 2.9

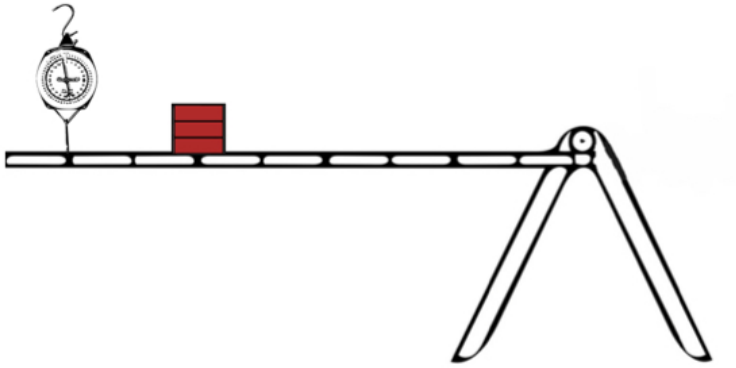

Figura 2.9: Ley de equilibrio

¿Qué valor registrará la escala si el sube y baja esta en equilibrio? La masa de 5 kg esta localizada a una distancia de 3 m del pivote.

2.6 Referencias

R HUGH, Young; Roger FREEDMAN.: Sears and Zemansky Física Universitaria (13ª edición) (2013)

R TIPLER, P. A.: "Física". Vol. I. Ed. Reverte, Barcelona.

R SERWAY, R. A.: "Física". Tomo I McGraw- Hill (2002).