SOM

Serie:Exp. Mec.

Experimentos con el Sistema de Ondas Mecánicas FICER

GRUPO

FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Experimentos con el Sistema de Ondas Mecánicas FICER

GRUPO

FICER

Indice

GRUPO

FICER

SOM
1

Serie: Exp. Mec.

Ondas estacionarias en una cuerda

GRUPO
FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

I.- Objetivo del experimento.

Determinar la velocidad de propagación de una onda mecánica en una cuerda, para diferentes tensiones.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOMMB-01
Generador de Funciones FICER, Modelo GF-02
Generador de Ondas Mecánicas FICER, Modelo SOMGO-01
Cables con Terminal Banana
Cuerda
Polea y Portapolea
Recipiente Cilíndrico, Modelo SOMRC-01
Balines

III.- Análisis teórico.

Superposición de Ondas

Cuando dos o más ondas mecánicas de igual frecuencia son transmitidas en un medio, el resultado es una onda que es la suma de ellas. Esto significa que en cada punto del medio, el desplazamiento es la suma de los desplazamientos individuales que produciría cada una de las ondas; a este resultado se le conoce como Principio de Superposición. Ver la figura 1.

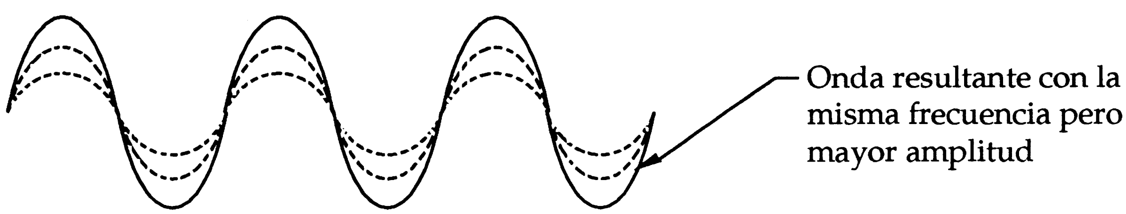

Figura 1.- Superposición de Ondas.

Ondas Estacionarias

Cuando en un medio, como una cuerda o un resorte, se genera una oscilación en uno de sus extremos, comienza a propagarse una onda. Al llegar al otro extremo del medio, la onda sufre una reflexión y viaja en sentido contrario por el mismo medio. De esta forma en el medio se tienen dos ondas de iguales características que se propagan en sentido contrario, lo cual da origen a una onda estacionaria.

La onda estacionaria recibe su nombre del hecho que parece como si no se moviera en el espacio. De hecho cada punto del medio tiene su propio valor de amplitud. Algunos puntos tienen amplitud máxima, son llamados antinodos, y otros puntos tienen amplitud igual a cero y son llamados nodos. Los nodos se distinguen muy bien porque son puntos que no oscilan.

La distancia entre dos nodos vecinos es igual a media longitud de onda, por lo cual la medición de la distancia entre nodos permite determinar la longitud de la onda.

La figura 2 muestra el comportamiento de una onda estacionaria en el tiempo. También se señalan sus diferentes partes.

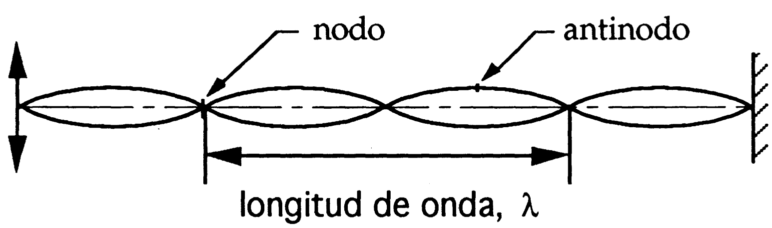

Figura 2.- Onda Estacionaria.

Velocidad de una Onda

Del análisis del movimiento ondulatorio y de la definición de velocidad v:

$$v = \frac{d}{t} \qquad (1)$$

donde d es la distancia que se recorre en un tiempo t, se puede determinar una expresión para la velocidad de la onda. Por definición, el período T de una onda es el tiempo en el que se transmite una oscilación completa. Si la longitud de la onda es λ, en un tiempo igual al período la onda se habrá desplazado una distancia igual a λ. Por lo tanto, la velocidad de la onda será:

$$v = \frac{\lambda}{T} \tag{2}$$

El período T está relacionado con la frecuencia f de la onda de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{1}{f} \tag{3}$$

Sustituyendo esta expresión en la ecuación (2), obtenemos otra expresión para la velocidad de la onda:

$$v = \lambda f \tag{4}$$

Ondas Estacionariarias en una Cuerda

Una forma de producir ondas estacionarias es propagando ondas desde un extremo de una cuerda hasta el otro que se mantiene fijo. Al llegar al extremo fijo la onda se reflejará y se superpondrá con la onda incidente, produciéndose entonces la onda estacionaria.

En este caso, las oscilaciones de la cuerda pueden ser de diferentes formas o modos, según sea la frecuencia con la que oscile la cuerda. A estas formas de oscilar se les llama modos normales de oscilación.

El primer modo normal de oscilación, llamado modo fundamental de oscilación, es el que tiene mayor amplitud y cuya longitud de onda es tal que la longitud L, de la cuerda, es igual media longitud de onda; es decir, la longitud de la onda del primer modo es:

$$\lambda_1 = 2L \tag{5}$$

Sustituyendo esta relación en (4), tenemos que:

$$v = 2f_1L \tag{6}$$

En el segundo modo de oscilación, la frecuencia es igual al doble de la frecuencia del primer modo de oscilación y se establecen dos medias ondas, es decir, una onda completa en la cuerda. En la figura 3, se muestran las ondas estacionarias de los primeros cinco modos de oscilación; el número de modo puede identificarse por el número de antinodos presentes.

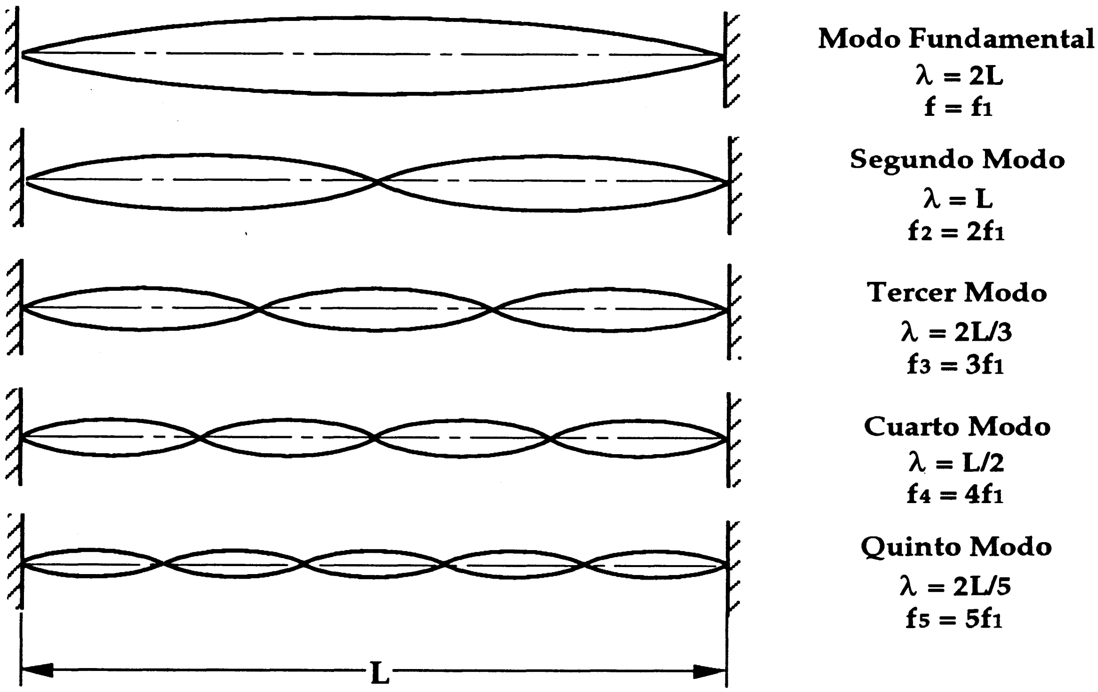

Figura 3.- Modos de Oscilación.

Para los modos normales de oscilación, las longitudes de onda son más cortas:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \qquad n = 1, 2, 3, \ldots \tag{7}$$

y las frecuencias son n veces la frecuencia f_1 del modo fundamental de oscilación:

$$f_n = nf_1 \qquad n = 1, 2, 3, \ldots \tag{8}$$

IV .- Diseño del experimento.

El objetivo del experimento es encontrar la velocidad de propagación de una onda en una cuerda, para diferentes tensiones. Para determinar la velocidad, se necesita conocer la frecuencia, así como la longitud de onda.

Para este fin, se usará una cuerda horizontal tensa que tenga fijo uno de sus extremos. En el otro extremo, se le producirá una perturbación periódica, de tal forma que se produzca una onda. Al llegar la onda al extremo fijo, se reflejará y se superpondrá con la onda incidente, lo que dará origen a una onda estacionaria; de esta forma, se puede medir fácilmente la longitud de la onda

Se buscarán al menos cinco diferentes modos de oscilación y se registrarán las frecuencias y las longitudes de onda. Con estos datos se hará un análisis gráfico, del cual se obtendrá la velocidad de la onda. Asimismo, la velocidad de la onda puede ser obtenida a partir de una regresión lineal de los datos experimentales del inverso de la longitud de onda y de la frecuencia.

Los pasos anteriores se realizarán para diferentes tensiones de la cuerda.

V .- Procedimiento.

1.- Instale el Sistema de Ondas Mecánicas como se muestra en las figuras 4 y 4*a* .

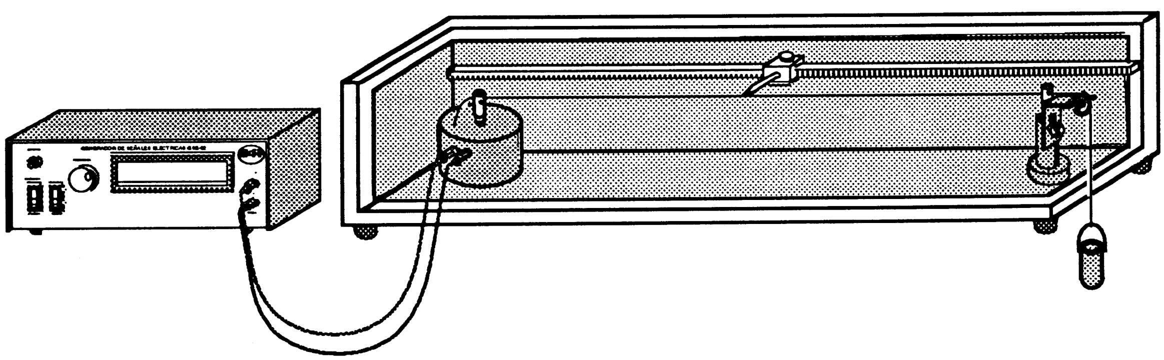

Figura 4.- Instalación del Equipo.

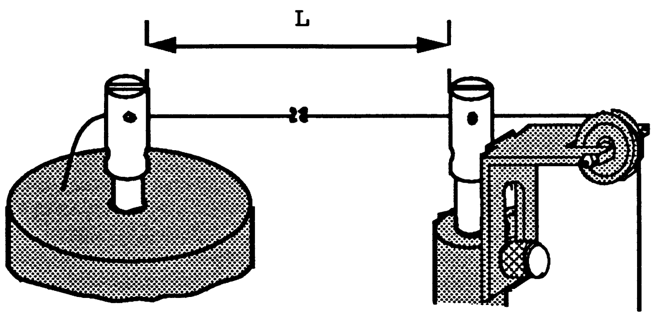

Figura 4*a*.-Detalles de la instalación.

2.- Revise que la cuerda esté bien sujetada al Poste Oscilatorio del Generador de Ondas Mecánicas. Introduzca 10 balines en el Recipiente Cilíndrico y cuélguelo de la cuerda. Apriete el Tornillo Opresor del Poste de Sujeción (ver el Instructivo para Uso y Manejo del Sistema de Ondas Mecánicas, figura 2, página 3).

3.- Acomode las ranuras del Poste del Marco Básico y del dispositivo de sujeción del Poste Oscilatorio del Generador de Señales, de tal forma que estén en la misma dirección de la cuerda (ver el Instructivo para Uso y Manejo del Sistema de Ondas Mecánicas, figura 5, página 7). Para este fin, gire el Poste de Sujeción y el Generador de Ondas Mecánicas.

4.- Ajuste la horizontalidad de la cuerda de la siguiente manera: libere la cuerda del Poste de Sujeción del Marco Básico y mediante la elevación de la polea obtenga la posición adecuada de la cuerda, la cual se logra ubicando a ésta paralela a la escala graduada. Hecho lo anterior coloque el Poste de Sujeción en su base de forma tal que la cuerda pase libremente a través de la ranura de éste y sujetelo a la base mediante el tornillo correspondiente. A continuación sujete nuevamente la cuerda al poste. Procure que las ranuras de ambos postes de sujeción (el del SOMGO-01 y el del SOMMB-01) se mantengan en la misma dirección, de acuerdo con el paso anterior.

5.- Mida la longitud L de la cuerda, mostrado en la figura 4*a*, utilizando el Indicador Móvil del Marco Básico.

6.- Conecte el Generador de Funciones a la línea de alimentación eléctrica y enciéndalo, active en la posición 1 el interruptor SELEC del Generador

7.- En el Generador gire la perilla del control FRECUENCIA y observe si en la cuerda se forma la onda estacionaria correspondiente al modo fundamental de oscilación. Si no se observa esta onda, gire de nuevo la perilla del control FRECUENCIA hasta que en la cuerda se forme la onda estacionaria del modo fundamental. Enseguida, obtenga la longitud de onda (**λ = 2L**) y regístrela junto con la frecuencia que se indique en el Exhibidor del Generador de Funciones.

8.- Aumente la frecuencia en el Generador de Funciones, de acuerdo con el paso anterior, para encontrar las frecuencias del segundo, tercero, cuarto y quinto modos de oscilación de la cuerda. Registre las frecuencias y las longitudes de onda y construya una Tabla de Datos, como se muestra en la figura 5:

No. MODO	No. NODOS	DISTANCIA ENTRE NODOS	LONG. ONDA	FRECUENCIA	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN
				VELOCIDAD PROMEDIO:	

Figura 5.- Tabla de Datos.

9.- De la ecuación (4) del Análisis Teórico, se puede despejar la frecuencia f:

$$f = v\frac{1}{\lambda} \qquad (9)$$

Para ver esta relación de acuerdo con los resultados experimentales, utilice la Tabla de Datos para hacer una gráfica de f contra $1/\lambda$, como se muestra en la figura 6. Trace la línea recta que pase lo más cerca de los puntos de la gráfica y obtenga su pendiente **B** (compruebe que sus unidades son m/s). El valor de la pendiente corresponde al valor de la velocidad de la onda.

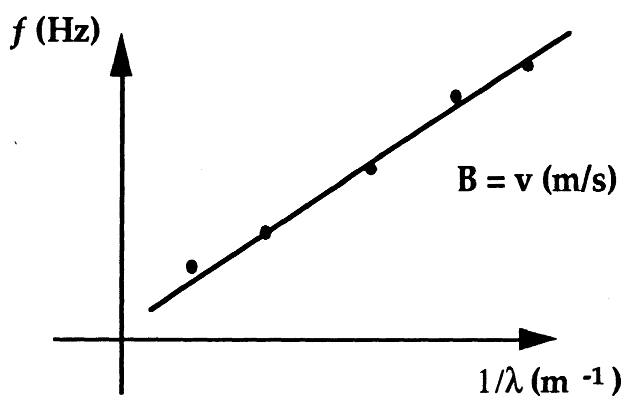

Figura 6.- Gráfica de f contra $1/\lambda$..

Opcionalmente, a partir de una regresión lineal de f en función de $1/\lambda$, determine la velocidad de la onda, la cual es igual al valor de la pendiente la recta obtenida.

10.- Opcionalmente mida la masa **m**, con una balanza analítica, y la longitud total L_t de la cuerda. Calcule la densidad lineal de masa μ de la cuerda, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{m}{L_t} \qquad (10)$$

Calcule la velocidad de la onda estacionaria empleando la siguiente ecuación

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \tag{11}$$

donde F es la fuerza de tensión de la cuerda, la cual es igual al peso (en Newtons) del recipiente cilíndrico con los 10 balines.

11.- Repita los pasos del 7 al 9 para diferentes tensiones de la cuerda, es decir, con diferente número de balines en el recipiente cilíndrico.

VI.- Discusión y Conclusiones.

Observe que para diferentes modos de oscilación y para la misma tensión de la cuerda, la velocidad de la onda transversal es la misma, es decir, el producto de la frecuencia y la longitud de la onda es constante.

Para diferentes tensiones de la cuerda, note que la velocidad de propagación de la onda aumenta con el aumento de la fuerza F. Puede comprobar que el cuadrado de la velocidad es directamente proporcional a la fuerza.

Basado en la dependencia antes mencionada y en la expresión (11), proponga un método para determinar la densidad lineal de masa de una cuerda.

SOM
2

Serie: Exp. Mec.

Velocidad de propagación de una onda longitudinal en un resorte

GRUPO
FICER

UANL
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO FICER

I.- Objetivo del experimento.

Determinar la velocidad de propagación de una onda longitudinal en un resorte.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOMMB-01
Generador de Funciones FICER, Modelo GF-02
Generador de Ondas Mecánicas FICER, Modelo SOMGO-01
Cables con Terminal Banana
Resorte, Modelo SOMR-01

III.- Análisis teórico.

Una onda longitudinal se produce cuando las partículas del medio en el que se propaga la onda se mueven de un lado a otro en la misma dirección en la que se mueve la onda.

Se puede producir una onda longitudinal estacionaria en un resorte blando, como se muestra en la figura 1. Si el extremo libre del resorte se mueve periódicamente hacia delante y atrás, se observa que hay espiras que permanecen estáticas (nodos), mientras que otras se encuentran en movimiento oscilatorio, producto de la formación de una onda estacionaria debido a la reflexión en el extremo fijo del resorte.

La longitud λ de la onda longitudinal es el doble de la distancia entre dos espiras estáticas consecutivas. La velocidad de la onda que se propaga en el resorte se determina mediante la siguiente expresión:

$$v = \lambda f \qquad (1)$$

donde f es la frecuencia con la que se mueve el extremo libre del resorte.

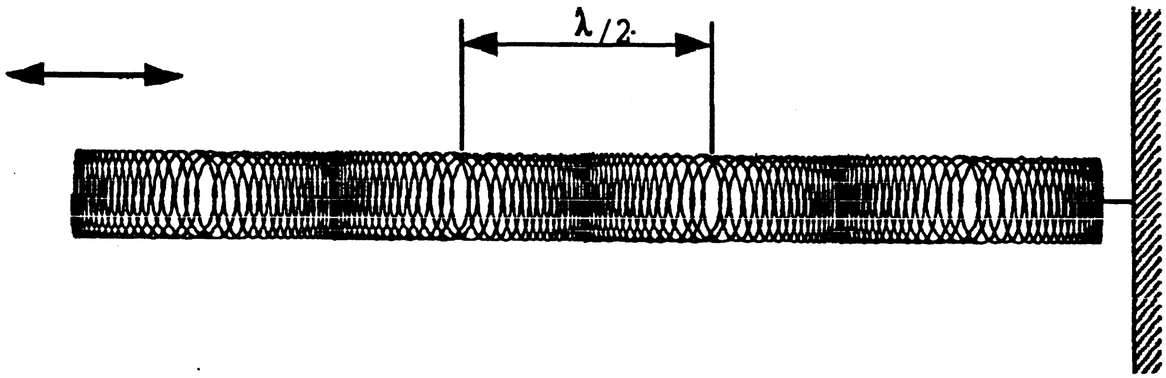

Figura 1.- Ondas Longitudinales en un Resorte.

IV.- Diseño del experimento.

El objetivo del experimento es determinar la velocidad de propagación de una onda longitudinal en un resorte. Para cumplir este objetivo, es necesario conocer la frecuencia y la longitud de la onda

Se recomienda usar un resorte colocado en posición vertical, fijo en su extremo superior; en el otro extremo se le debe producir una perturbación periódica, de tal forma que se cree un tren de ondas. La frecuencia debe ser ajustada para que se produzcan ondas estacionarias.

Se buscarán al menos cinco diferentes modos de oscilación y se registrarán las frecuencias y las longitudes de onda. Con estos datos se hará un análisis gráfico, del cual se obtendrá la velocidad de la onda. Asimismo, utilizando los datos experimentales, la velocidad de la onda puede ser obtenida a partir de una regresión lineal de la frecuencia contra el inverso de la longitud de onda.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el Sistema de Ondas Mecánicas como se muestra en la figura 2.

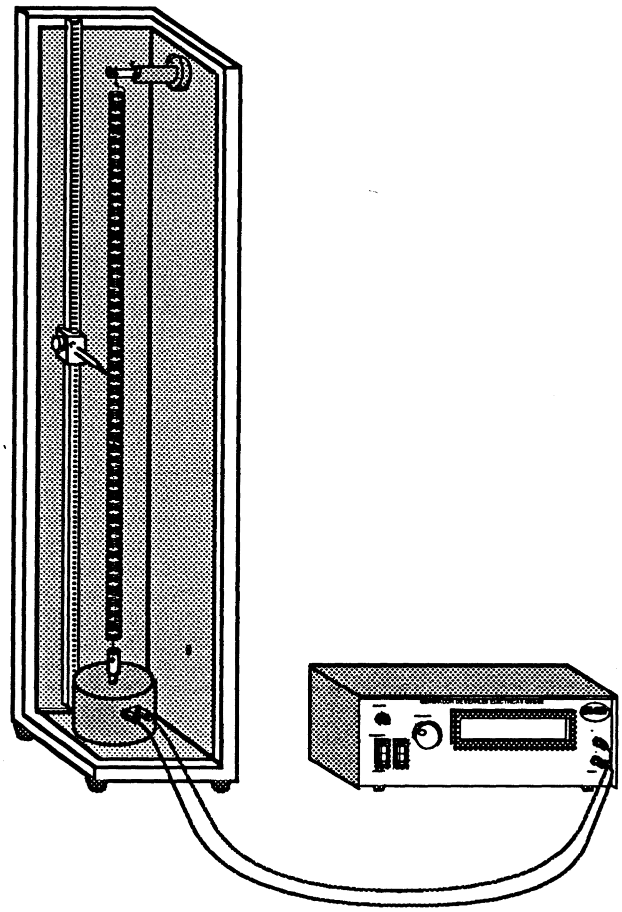

Figura 2.- Instalación del Equipo.

2.- Revise que el resorte esté bien sujetado al poste oscilatorio del Generador de Ondas Mecánicas y al poste de sujeción del Marco Básico (ver el Instructivo para Uso y Manejo del Sistema de Ondas Mecánicas, figura 7, página 8).

3.- Asegure que el resorte se encuentre en posición vertical. Para lograr esta posición, acomode el Generador de Ondas Mecánicas hasta lograr la verticalidad del resorte.

4.- Conecte el Generador de Funciones a la línea de alimentación eléctrica y enciéndalo.

5.- En el Generador de Funciones active el interruptor SELEC en la posición 1 y gire la perilla del control FRECUENCIA y observe si en el resorte se forma la onda estacionaria correspondiente a algún modo de oscilación; puede reconocer la presencia de un modo de oscilación por el hecho de que la espira más cercana al Generador de Ondas sea un nodo.

NOTA: Al establecer un valor de la frecuencia en el Generador de Funciones, espere un tiempo para que en el resorte se estabilice la onda estacionaria.

Identifique el número de modo de oscilación, que es igual al número de antinodos que se encuentran presentes en el resorte.

Determine y anote la distancia entre todos los nodos consecutivos (incluyendo los extremos), utilizando el Indicador Móvil y la Regla Graduada

Calcule el valor promedio de dichas distancias y el valor de la longitud de onda, que es igual al doble de dicho valor promedio.

Anote el promedio de las distancias entre nodos consecutivos, la longitud de onda y el valor de la frecuencia que indique el exhibidor del Generador de Funciones en la Tabla de Datos de la fig. 3, obtenga el valor de la velocidad de propagación de la onda.

6.- Varie la frecuencia en el Generador de Funciones, para encontrar las frecuencias de otros modos de oscilación del resorte. Repita el paso anterior y anote los valores correspondientes para los nuevos modos de oscilación. Complete la tabla hallando el promedio de las velocidades de propagación en todos los modos de oscilación estudiados.

No. MODO	No. NODOS	DISTANCIA PROMEDIO ENTRE NODOS	LONG. ONDA	FRECUENCIA	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN
				VELOCIDAD PROMEDIO:	

Figura 3.- Tabla de Datos.

7.- De la ecuación (1) del Análisis Teórico, se puede despejar la frecuencia f:

$$f = v\frac{1}{\lambda} \tag{2}$$

Para ver esta relación de acuerdo con los resultados experimentales, utilice la Tabla de Datos para hacer una gráfica de f contra $1/\lambda$, como se muestra en la figura 4. Trace la línea recta que pase lo más cerca de los puntos de la gráfica y obtenga su pendiente **B** (compruebe que sus unidades son m/s). El valor de la pendiente corresponde al valor de la velocidad de la onda.

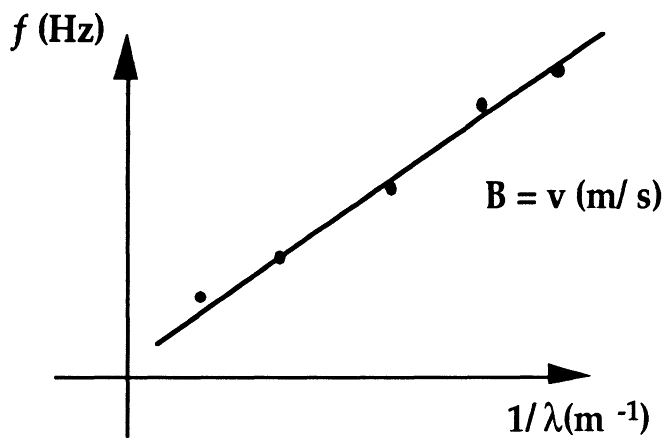

Figura 4.- Gráfica de f contra $1/\lambda$.

Opcionalmente, a partir de una regresión lineal de f en función de $1/\lambda$, determine la velocidad de la onda, la cual es igual al valor de la pendiente.

VI.- Discusión y Conclusiones.

Observe que para diferentes modos de oscilación, la velocidad de la onda longitudinal es aproximadamente la misma, es decir, el producto de la frecuencia y la longitud de onda es constante.

Puede calcular la frecuencia del modo fundamental de oscilación dividiendo la frecuencia de cualquier modo entre el número de modo. Situando esa frecuencia en el Generador de Funciones intente lograr que el resorte oscile en el modo fundamental; observe que en este caso solamente existen nodos en los extremos del resorte, así como que la amplitud de oscilación es máxima.

SOM
3

Serie: Exp. Mec.

Velocidad de una onda transversal en diferentes cuerdas

GRUPO
FICER

UANL
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO

FICER

I.- Objetivo del experimento.

Determinar la velocidad de propagación de una onda transversal en cuerdas de diferente densidad lineal de masa para una tensión constante.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOMMB-01
Generador de Funciones FICER, Modelo GF-02
Generador de Ondas Mecánicas FICER, Modelo SOMGO-01
Cables con Terminal Banana
Cuerdas de Diferente Densidad Lineal de Masa
Polea y Portapolea
Recipiente Cilíndrico, Modelo SOMRC-01
Balines

III.- Análisis teórico.

La velocidad de propagación de las ondas mecánicas depende de la elasticidad del medio en el cual se propagan. Los materiales menos densos ofrecen menor resistencia al movimiento de las ondas.

La elasticidad de una cuerda oscilante está determinada por sus propiedades mecánicas y por su tensión **F**. Su densidad lineal μ, está definida por:

$$\mu = \frac{m}{L} \qquad (1)$$

donde **m** es la masa de la cuerda y L es la longitud total de la cuerda.

La velocidad de propagación de una onda transversal está dada por la siguiente expresión:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \qquad (2)$$

En esta ecuación se puede observar que si se mantiene constante la tensión **F** de la cuerda, la velocidad de las ondas dependerá inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la densidad lineal de masa de la cuerda.

Por otra parte, si se conocen la frecuencia y la longitud de una onda, la velocidad de una onda se puede calcular de acuerdo con la siguiente expresión:

$$v = \lambda f \tag{3}$$

En un medio con propiedades mecánicas invariables, la velocidad de propagación de una onda es constante, de acuerdo con la expresión (2). Por esta razón se puede observar en la ecuación (3) que si la longitud de una onda se incrementa, la frecuencia disminuye y viceversa.

IV.- Diseño del experimento.

El objetivo del experimento es encontrar la velocidad de propagación de ondas mecánicas en cuerdas de diferente densidad lineal de masa para una tensión constante en las cuerdas.

Para determinar la velocidad de las ondas en cada una de las cuerdas, se necesita conocer la frecuencia y la longitud de la onda para diferentes modos de oscilación.

Una vez obtenidos los valores de las velocidades para cada una de las cuerdas, se compararán los resultados experimentales con los valores teóricos obtenidos con (2) del Análisis Teórico, de acuerdo con las diferentes densidades.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el Sistema de Ondas Mecánicas como se muestra en la figura 1 con una de las cuerdas.

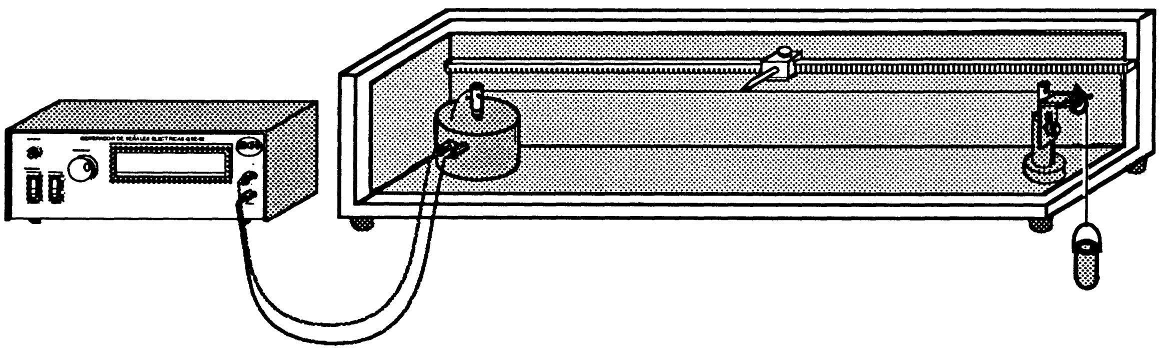

Figura 1.- Instalación del Equipo.

2.- Ajuste el sistema de acuerdo con los pasos del Procedimiento del Experimento SOM-1 (Ondas Estacionarias en una Cuerda). Coloque en el Recipiente Cilíndrico 10 balines.

3.- Variando la frecuencia en el Generador de Funciones logre que en la cuerda se establezca el tercero o cuarto modo de oscilación. Compruebe que el modo es estable, oprimiendo la cuerda con los dedos y observando si de nuevo oscila en el mismo modo cuando se suelta. Determine el valor de la longitud de onda, de la misma forma que lo hizo en el experimento SOM-1 y anote en la tabla de la figura 2 el valor de la fecuencia y de la longitud de onda. Calcule el valor de la velocidad de propagación de la onda.

4. - Repita el paso 3 para las otras cuerdas, teniendo cuidado que el modo de oscilación sea el mismo para todas.

5.- Determine la tensión en las cuerdas, que es igual al peso del recipiente cilíndrico con los 10 balines.

6.- Calcule la velocidad de propagación de las ondas en cada cuerda, utilizando la expresión (2), los datos de densidad lineal de masa, de la tensión y complete la tabla de datos, calculando el módulo de la diferencia de los valores de las ecuaciones (2) y (3).

Nota: La densidad lineal μ de la cuerda, se determina por el método descrito en el paso 10 pág. 10, del experimento SOM-1.

CUERDA	LONG. ONDA	FRECUENCIA	$v = \lambda f$	$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$\lvert v - V \rvert$

Figura 2.- Tabla de Datos.

7.- Compare los valores de la velocidad obtenidos en el paso 3 con los valores obtenidos en el paso 6. Concluya acerca del cumplimiento de la ecuación (2).

VI.- Discusión y conclusiones.

Compare el valor de la frecuencia, para el mismo modo de oscilación, de las diferentes cuerdas.

Concluya acerca de la dependencia entre la velocidad de propagación de la onda transversal y la densidad lineal de masa de la cuerda.

SOM
4

Serie: Exp. Mec.

Modos de oscilación en flejes circular y recto

GRUPO
FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO

FICER

I.- Objetivo del experimento.

Observar los modos de oscilación de flejes metálicos circular y recto.

II.- Equipo y material empleados.

Generador de Funciones FICER, Modelo GF-02
Generador de Ondas Mecánicas FICER, Modelo SOMGO-01
Cables con Terminal Banana
Fleje Metálico Circular
Fleje Metálico Recto

III.- Análisis teórico.

En la mecánica clásica se trabaja con el modelo de sólido rígido, sin embargo en los cuerpos reales se pueden producir oscilaciones debido a que las partículas del cuerpo no mantienen fija su posición una respecto a las otras.

Esto se revela en el hecho de que el cuerpo presenta determinadas propiedades elásticas, como el módulo de Young y el módulo de rigidez

En la presente práctica observaremos los modos de oscilación para cuerpos "sólidos" de dos geometrias sencillas: un fleje recto y un fleje circular.

En el caso del fleje recto se generan oscilaciones armónicas en un extremo del mismo, manteniendo el otro extremo libre, aquí lo que se produce es una onda viajera que se transmite a lo largo del fleje y se refleja en el extremo libre, superponiéndose con la onda incidente y provocando así la generación de una onda estacionaria. La característica fundamental de este sistema es que en el extremo libre se genera un antinodo, cuando oscila en alguna de las frecuencias de resonancia.

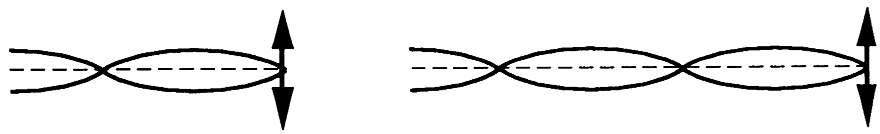

Figura 1.- Modos de Oscilación de un Fleje Recto con Extremo Libre.

En la figura 1 se muestran dos de los modos normales de oscilación; puede observarse que en el largo L del fleje se situa un número impar de cuartos de la longitud de onda.

La longitud de onda para el n-ésimo modo de oscilación está dada por la siguiente relación:

$$\lambda = \frac{4L}{n} \qquad n: 1, 3, 5, \ldots$$

Nota: Observe que el número de los modos de oscilación siempre es impar.

En el caso del fleje circular, se producen oscilaciones en un punto del mismo que se transmiten a lo largo de éste en ambos sentidos, por lo que la onda estacionaria, en este caso, se produce no por reflexión sino por superposición de dos ondas incidentes producidas en el mismo instante.

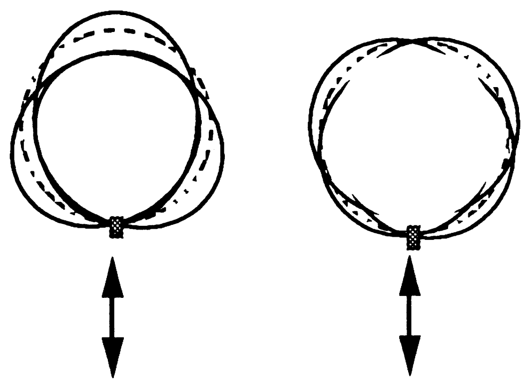

Figura 2.- Modos de Oscilación de un Fleje Circular.

En la figura 2 se muestran dos de los modos normales de oscilación; puede observarse que en el perímetro del fleje se generan el mismo número de nodos que antinodos.

> *Nota: En cualquier caso en el que se estudien ondas estacionarias, la distancia entre dos nodos consecutivos es igual a media longitud de onda.*

IV.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se indica en la figura 3. Asegure que el fleje recto de extremo libre esté bien sujeto al poste oscilador del Generador de Ondas Mecánicas.

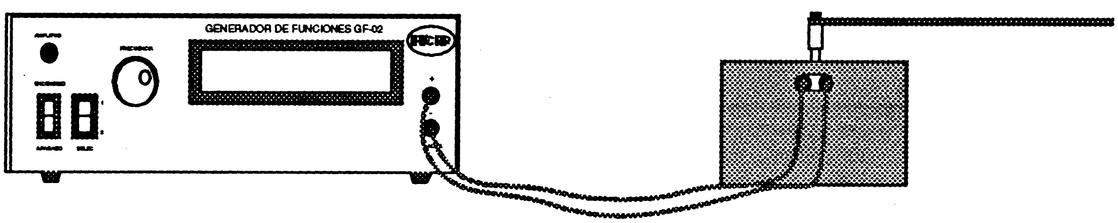

Figura 3.- Instalación del equipo.

2.- Conecte el Generador de Funciones a la línea de alimentación eléctrica y enciéndalo.

3.- En el Generador de Funciones cative el interruptor SELEC en la posición 1 y gire lentamente la perilla del control FRECUENCIA hasta que en el fleje recto de extremo libre se produzca la onda estacionaria correspondiente al primer modo de oscilación.

Si no se alcanza a distinguir el primer modo, aumente la amplitud de la señal eléctrica y gire nuevamente la perilla del control FRECUENCIA hasta que se produzca la onda estacionaria deseada.

4.- Para encontrar los siguientes modos de oscilación, aumente la frecuencia de la misma forma que en el paso anterior.

5.- Apague el Generador de Funciones e instale el fleje circular. Como se muestra en la figura 4. Para hallar los modos de oscilación de este fleje, proceda como en los pasos anteriores y encuentre al menos dos diferentes.

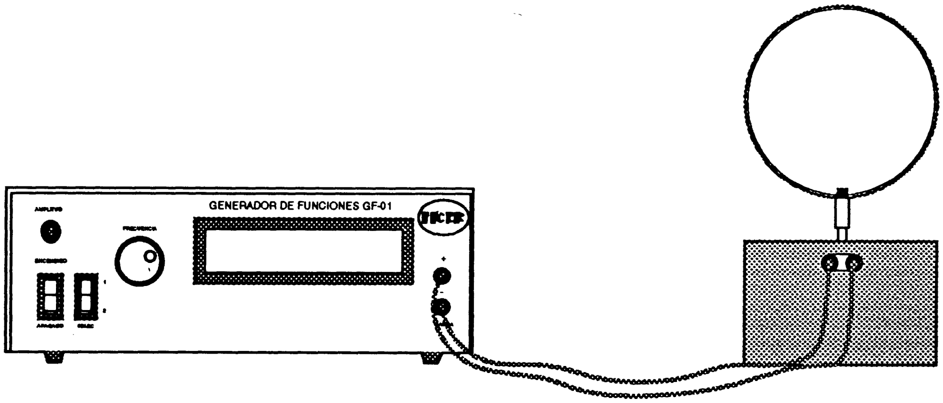

Figura 4.- Instalación del equipo

V.- Discusión y conclusiones.

¿Considera que el modelo del sólido rígido es aplicable a los sistemas estudiados?.

Habiendo observado las oscilaciones de los flejes con estas geometrias, ¿con qué situaciones reales se pudieran relacionar este tipo de oscilaciones?

VI.- Anexo.

El comportamiento ondulatorio de un electrón en el átomo de hidrógeno, según el modelo del átomo de Bohr, es muy parecido a las ondas estacionarias en el fleje circular. Según el primer postulado de este modelo solo pueden existir aquellas órbitas que contengan un número entero de longitudes de onda del electrón, o sea:

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

m : masa del electrón.
v : velocidad del electrón en la órbita.
r : radio de la órbita.
h : constante de Planck
n : número cuántico de la órbita.

Y por la relación de De Broglie la longitud de onda del electrón (λ) es igual a:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Cuando en el fleje circular se genera un número entero de longitudes de onda, se puede establecer una analogía con la correspondiente órbita del modelo atómico de Bohr, como puede verse en la figura 5.

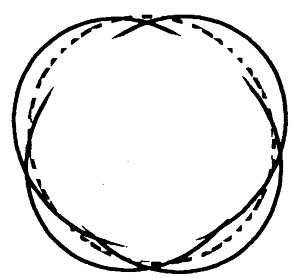

Figura 5.- Modelo Atómico de Bohr (órbita n=2).

Notas