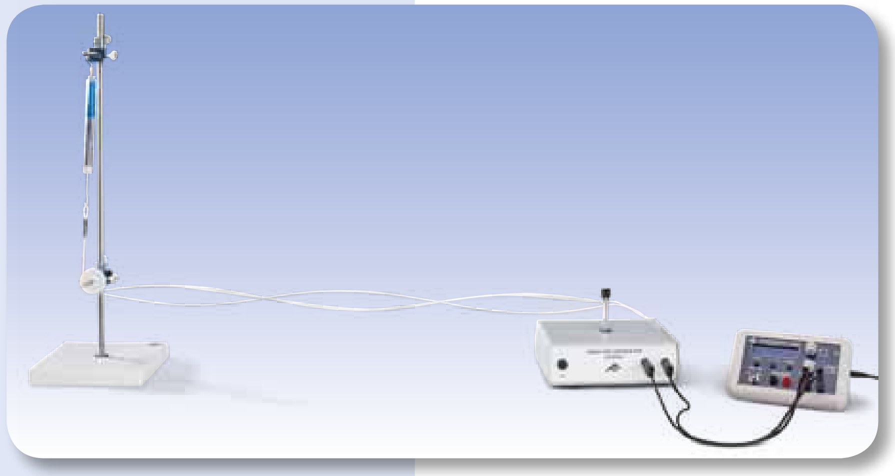
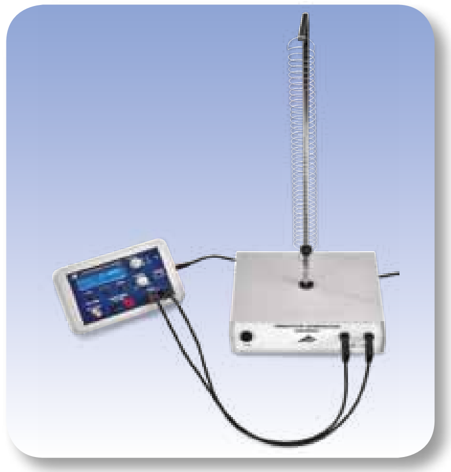
ONDAS MECÁNICAS





TAREAS

- **Generación de ondas longitudinales estacionarias en un muelle helicoidal y de ondas estacionarias transversales en una cuerda.**
- **Medición de las frecuencias propias f_n en dependencia del número de nodos *n*.**
- **Determinación de las longitudes de onda ln correspondientes y de la velocidad de la onda *c*.**

OBJETIVO

Estudio de ondas estacionarias en un muelle helicoidal tenso y en una cuerda tensa

RESUMEN

Las ondas mecánicas aparecen, por ejemplo, en un muelle helicoidal tenso como ondas longitudinales o en una cuerda tensa como ondas transversales. En ambos casos se crean ondas estacionarias cuando el medio portador se fija en un extremo porque la onda incidente y la onda reflejada en el extremo se superponen con la misma amplitud y la misma longitud de onda. Si el otro extremo también está fijo, las ondas se pueden propagar sólo cuando se cumplen condiciones de resonancia. En el experimento, el muelle helicoidal resp. la cuerda se encuentra fija en un extremo. A una distancia *L* de este punto, el otro extremo está acoplado a un generador de vibraciones, el cual se acciona en oscilaciones de amplitud pequeña y frecuencia ajustable *f* por medio de un generador de funciones. También este extremo se puede considerar como un extremo fijo. Se miden las frecuencias propias en dependencia del número de nodos de las ondas estacionarias. A partir de estos datos se calcula la velocidad de la onda.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Accesorio para oscilaciones de muelle	**1000703**
1	Accesorio para ondas de cuerda	**1008540**
1	Generador de vibraciones	**1000701**
1	Generador de funciones FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	**1009957 o**
	Generador de funciones FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	**1009956**
1	Dinamómetro de precisión, 2 N	**1003105**
1	Cinta métrica de bolsillo, 2 m	**1002603**
1	Par de cables de experimentación de seguridad, 75 cm, rojo/azul	**1017718**

1

FUNDAMENTOS GENERALES

Las ondas mecánicas aparecen, por ejemplo, en un muelle helicoidal tenso o en una cuerda tensa. En el caso del muelle helicoidal se habla de ondas longitudinales porque la elongación tiene lugar paralela a la dirección de propagación, por el contrario en las ondas en cuerdas se trata de ondas transversales. En ambos casos se generan ondas estacionarias cuando un extremo se encuentra sujeto, porque la onda incidente y la onda reflejada se superponen con la misma amplitud y la misma longitud de onda. Si el otro extremo también se encuentra fijo se pueden propagar ondas cuando se cumplen condiciones de resonancia.

Sea $\xi(x,t)$ la desviación longitudinal resp. transversal en el punto *x* a lo largo del medio portador en el tiempo *t*, entonces

(1) $$\xi_1(x,t) = \xi_0 \cdot \cos\left(2\pi \cdot f \cdot t - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$$

es una onda senoidal que se mueve hacia la derecha. La frecuencia *f* y la longitud de onda λ se encuentran entrelazadas por la relación

(2) $$c = f \cdot \lambda$$

c: Velocidad de la onda

Si esta onda, viniendo de la izquierda, es reflejada en el punto $x = 0$ en un extremo fijo, se refleja, así tiene lugar una onda que se propaga hacia la izquierda

(3) $$\xi_2(x,t) = -\xi_0 \cdot \cos\left(2\pi \cdot f \cdot t + \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$$

Las dos ondas se superponen formando una onda estacionaria

(4) $$\xi(x,t) = 2\xi_0 \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$$

Estas consideraciones son totalmente independientes de la clase de onda y del medio portador.
Si el otro extremo también está fijo y se encuentra en el punto $x = L$, para todos los tiempos *t* tiene que cumplirse la condición de resonancia

(5) $$\xi(L,t) = 0 = \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot L\right)$$

De ahí, se obtiene para la longitud de onda

(6a) $$\frac{2\pi}{\lambda_n} \cdot L = (n+1) \cdot \pi \quad \text{bzw.} \quad \lambda_n = 2 \cdot \frac{L}{n+1}$$

$$\text{o } L = (n+1) \cdot \frac{\lambda_n}{2}$$

y de acuerdo con la Ec. (2), para la frecuencia

(6b) $$f_n = (n+1) \cdot \frac{c}{2 \cdot L}$$

Es decir, que la condición de resonancia (5) requiere que la longitud *L* sea un múltiplo entero de media longitud de onda. La frecuencia de resonancia debe ser justa para la longitud de onda. *n* es en este caso el número de nodos de oscilación. Es cero cuando se trata de la oscilación fundamental y se forma un vientre de oscilación (véase la Fig. 2).
En el experimento, el muelle helicoidal resp. la cuerda se encuentra fija en un extremo. A una distancia *L* de este punto, el otro extremo está acoplado a un generador de vibraciones, el cual se acciona en oscilaciones de amplitud pequeña y frecuencia ajustable *f* por medio de un generador de funciones. También este extremo se puede considerar como un extremo fijo.

EVALUACIÓN

Si se grafica la frecuencia de resonancia frente al número de nodos de vibración, los puntos de medida se encuentran sobre una recta con pendiente

$$\alpha = \frac{c}{2 \cdot L}$$

A partir de ahí, con longitud L conocida, se puede calcular la velocidad de la onda *c*. Ella depende de la fuerza tensora *F*, manteniendo constantes los parametros restantes, como se demuestra en la Fig. 5, para las ondas en una cuerda.

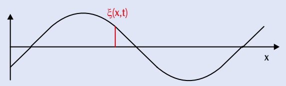


Fig. 1: Representación para la definición de la desviación x(*x*,*t*)

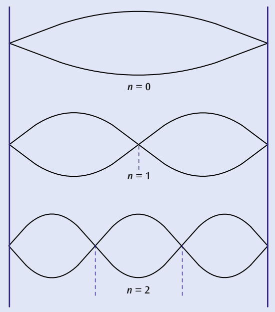


Fig. 2: Ondas estacionarias

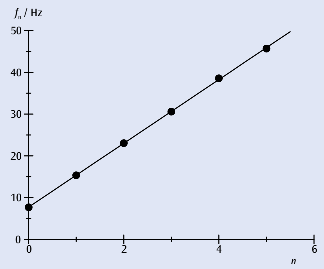


Fig. 3: Frecuencia de resonancia en dependencia del número de nodos para las ondas en el muelle helicoidad

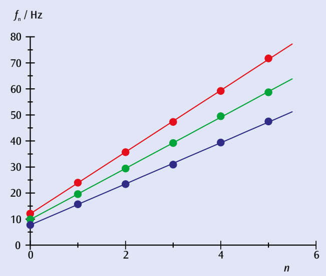


Fig. 4: Frecuencia de resonancia en dependencia del número de nodos para las ondas en la cuerda

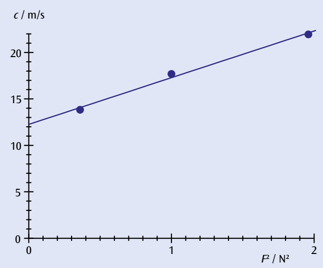


Fig. 5: Velocidad de onda *c* de las ondas en una cuerda en dependecia de *F*²