

TAREFAS

- Geração de ondas longitudinais estáticas em uma mola espiral e de ondas transversais estáticas em uma corda.
- Medição das frequências próprias f_n em dependência do número n de nós.
- Determinação dos comprimentos de onda λ_n pertinentes e da velocidade de onda c .

OBJETIVO

Análise de ondas estáticas sobre uma mola espiral tensionada e uma corda tensionada

RESUMO

Ondas mecânicas surgem, por exemplo, em uma mola espiral tensionada como ondas longitudinais ou em uma corda tensionada como ondas transversais. Em ambos os casos, formam-se ondas estáticas quando o meio portador é firmemente fixado em uma extremidade, pois a onda incidente e a onda refletida na extremidade fixa se sobrepõem com amplitude e comprimento de onda iguais. Se a outra extremidade também for fixada, as ondas somente podem espalhar-se se as condições de ressonâncias forem satisfeitas. Na experiência, a mola espiral ou a corda é fixada em uma extremidade. Na distância L em relação a ela, a outra extremidade é ligada a um gerador de vibrações que é operado por um gerador de funções para gerar oscilações com baixa amplitude e frequência f ajustável. Esta extremidade também pode ser observada como extremidade fixa para aproximação. As frequências próprias são medidas em dependência do número dos nós das ondas estáticas. A partir destes dados, a velocidade da onda é calculada.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número Instrumentos	Artigo N°
1 Acessórios para oscilações de molas	U56003
1 Acessório para ondas em cordas	U85560081
1 Gerador de vibrações	U56001
1 Gerador de funções FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	U8533600-230 ou
1 Gerador de funções FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	U8533600-115
1 Dinamômetro de precisão, 2 N	U20033
1 Fita métrica, 2 m	U10073
1 Par de cabos de segurança para experiências, 75cm, vermelho/azul	U13816

FUNDAMENTOS GERAIS

Ondas mecânicas surgem, por exemplo, em uma mola espiral tensionada ou em uma corda tensionada. Na mola espiral, fala-se em ondas longitudinais, pois o deslocamento ocorre paralelamente à direção de propagação. Ondas na corda, por outro lado, são ondas transversais. Em ambos os casos, formam-se ondas estáticas quando o meio portador é firmemente fixado em uma extremidade, pois a onda incidente e a onda refletida na extremidade fixa se sobrepõem com

amplitude e comprimento de onda iguais. Se a outra extremidade também for fixada, as ondas somente podem espalhar-se se as condições de ressonâncias forem satisfeitas.

Seja $\xi(x,t)$ o deslocamento longitudinal, respectivamente transversal no local x ao longo do meio portador no tempo t . Então, vale

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

uma onda senoidal correndo sobre o meio portador para a direita. A frequência f e o comprimento de onda λ são aqui interligados pela relação

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

c : Velocidade da onda

Se esta onda for refletida vindo da esquerda em $x = 0$ em uma extremidade fixa, então se formará a onda correndo para a esquerda

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

Ambas as ondas se sobrepõem para a onda estática

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

Estas reflexões valem completamente independentemente do tipo de onda e do meio portador.

Se a segunda extremidade também for fixada e isto estiver em $x = L$, para todos os tempos, a condição de ressonância

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

tem que ser satisfeita. Disto se conclui, para o comprimento de onda

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

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

e, conforme equação (2) para a frequência

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

Ou seja, a condição de ressonância (5) demanda que o comprimento L seja exatamente um múltiplo inteiro da metade do comprimento de onda. A frequência de ressonância tem que se adequar a este comprimento de onda. n é aqui o número de nós de oscilação. Ele é zero, quando se formar somente um ventre na oscilação básica (vide Fig. 2).

Na experiência, o meio portador – uma mola espiral ou uma corda – é fixado em uma extremidade. Na distância L em relação a ela, a outra extremidade é ligada a um gerador de vibrações que é operado por um gerador de funções para gerar oscilações com baixa amplitude e frequência f ajustável. Esta extremidade também pode ser observada como extremidade fixa para aproximação.

ANÁLISE

Se se aplicar a frequência de ressonância contra o número de nós de oscilação, os pontos de medição estarão em uma reta com a inclinação

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

A partir disto, se pode calcular a velocidade da onda c com comprimento L conhecido. Ela depende, com os outros parâmetros iguais, da força de tensão F , como comprovado pela Fig. 5 para as ondas na corda.

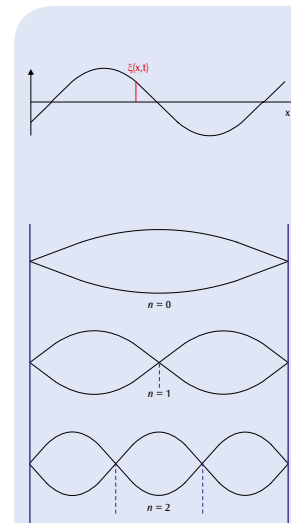


Fig. 1: Representação para definição do deslocamento local $\xi(x,t)$

Fig. 2: Ondas estáticas

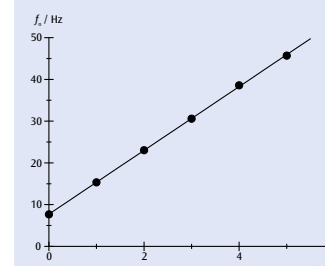


Fig. 3: Frequência de ressonância em dependência do número de nós para as ondas na mola espiral

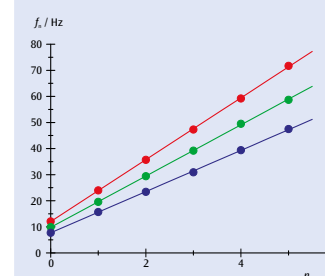


Fig. 4: Frequência de ressonância em dependência do número de nós para as ondas na corda

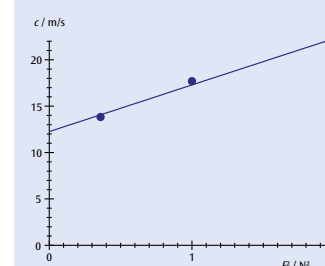


Fig. 5: Velocidade de onda c das ondas na corda em dependência de F^2