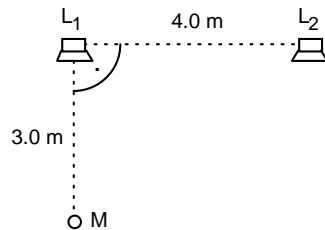


## Zusatz-Aufgaben 6 Grundlagen der Wellenlehre

### Aufgaben

- 6.1 In einem einseitig offenen Rohr der Länge 350 cm können stehende Schallwellen erzeugt werden.
- Angenommen, es werde die dritte Oberschwingung angeregt. Bestimmen Sie die Anzahl Schwingungsknoten im Rohr, den Abstand zwischen zwei benachbarten Schwingungsknoten sowie die Wellenlänge.
  - Bestimmen Sie, ab welcher Oberschwingung sich die Frequenzen benachbarter Oberschwingungen um weniger als 5% unterscheiden.
- 6.2 Zwei Lautsprecher  $L_1$  und  $L_2$ , die einen Abstand von 4.0 m zueinander haben, erzeugen je einen sinusförmigen Ton der Frequenz  $f$ . Die beiden Töne seien „in Phase“, d.h. dass z.B. die Wellenberge der Schallwellen die beiden Lautsprecher immer gleichzeitig verlassen.

Ein Mikrofon  $M$  befindet sich 3.0 m von  $L_1$  entfernt auf einer Achse, die senkrecht zur Verbindungslinie von  $L_1$  und  $L_2$  steht:



Nun wird die Frequenz  $f$  der beiden Lautsprecher kontinuierlich hochgefahren. Man stellt fest, dass bei gewissen Frequenzen ein Intensitätsmaximum auftritt, bei anderen Frequenzen ein Intensitätsminimum.

Bestimmen Sie alle Frequenzen  $f$ , bei welchen das Mikrofon ein ...

- ... Intensitäts**maximum** registriert.
- ... Intensitäts**minimum** registriert.

Hinweis:

- Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt 340 m/s.

- 6.3 Entscheiden Sie, welche der jeweils drei Aussagen wahr ist. Bei allen Teilaufgaben a) bis e) ist immer **genau eine** Aussage wahr. Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

- a) Aus der Gleichung  $c = \lambda \cdot f$  kann man folgern, dass bei einer Welle ...

... die Ausbreitungsgeschwindigkeit von der Frequenz abhängt.

... Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge und Frequenz in einer festen Beziehung zueinander stehen.

... die Ausbreitungsgeschwindigkeit grösser ist als die Wellenlänge.

- b) In einer mechanischen Welle wird ...

... sowohl Impuls als auch Energie transportiert.

... Impuls, jedoch keine Energie transportiert.

... Energie, jedoch kein Impuls transportiert.

c) Bei einer mechanischen Transversalwelle wird Energie ...

... nur senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle transportiert.

... nur in Ausbreitungsrichtung transportiert.

... sowohl in als auch senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle transportiert.

d) Es gibt Wellen, bei welchen ...

... sich der Wellenträger nicht bewegt.

... kein Impuls transportiert wird.

... gar kein Wellenträger existiert.

e) Bei Vernachlässigung jeglicher Reibung nimmt bei einer harmonischen, mechanischen Kugelwelle die Amplitude der Auslenkung umgekehrt proportional ...

... zum Abstand  $r$  vom Erregerzentrum ab.

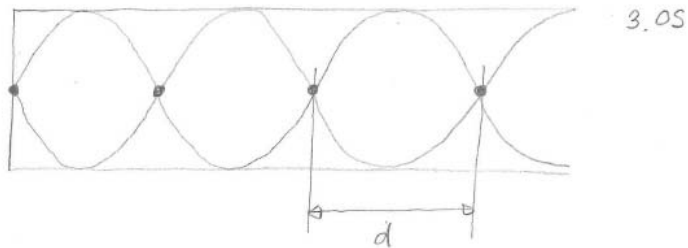
... zum Quadrat des Abstandes  $r$  vom Erregerzentrum ab.

... zur Wurzel des Abstandes  $r$  vom Erregerzentrum ab.

Hinweis: Die Intensität einer Welle ist proportional zum Quadrat der Amplitude.

**Lösungen**

6.1 a)



4 Knoten

$$d = \frac{\lambda}{2}$$

$$l = \frac{7}{2} d$$

---


$$d = \frac{2}{7} l$$

$$= 100 \text{ cm}$$

$$\lambda = 2d$$

$$= 200 \text{ cm}$$

b)

$$f_n = (2n+1) f_0$$

$$\frac{f_{n+1}}{f_n} < k \quad k = 1.05$$

---


$$\frac{(2(n+1)+1) f_0}{(2n+1) f_0} < k$$

$$\frac{2n+3}{2n+1} < k$$

$$2n+3 < k(2n+1)$$

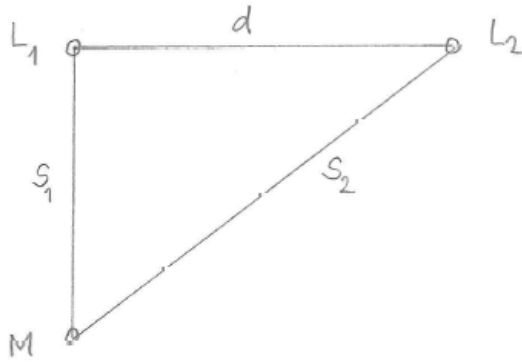
$$2n+3 < 2kn+k$$

$$n(2k-2) > 3-k$$

$$n > \frac{3-k}{2(k-1)} = \frac{1.95}{0.1} = 19.5 \rightarrow 20 \Rightarrow 20.05$$

$$k = 1.05$$

6.2



Intensitätsmaximum, falls  $s_2 - s_1 = n \cdot \lambda$  ( $n \in \mathbb{N}$ )

Intensitätsminimum, falls  $s_2 - s_1 = \frac{1}{2} + n \cdot \lambda = (n + \frac{1}{2}) \lambda$  ( $n \in \mathbb{N}$ )

a)

$s_2 - s_1 = n \cdot \lambda$	<u>Unt.</u>	<u>Bek.</u>
$s_1^2 + d^2 = s_2^2$	$s_2$	$s_1 = 3.0 \text{ m}$
$v = \lambda \cdot f$	$n$	$d = 4.0 \text{ m}$
	$\lambda$	$v = 340 \text{ m/s}$
	$f$	

$$\vdots$$

$$f = n \cdot \frac{v}{\sqrt{s_1^2 + d^2} - s_1} = n \cdot 170 \text{ Hz}$$

b)

analog mit  $n + \frac{1}{2}$  statt  $n$

$\vdots$

$$f = (n + \frac{1}{2}) \cdot 170 \text{ Hz}$$

6.3

- a) 2. Aussage
- b) 1. Aussage
- c) 2. Aussage
- d) 1. Aussage  
Bei elektromagnetische Wellen bewegt sich der Wellenträger (das Vakuum) nicht.
- e) 1. Aussage