

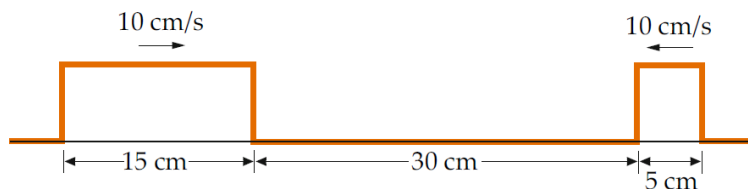
Aufgaben 9 Interferenz Überlagerung, Interferenz

Lernziele

- das Prinzip der ungestörten Überlagerung von Wellen kennen und verstehen.
- wissen und verstehen, was konstruktive und destruktive Interferenz ist.
- die Überlagerung zweier in gleiche Richtung bzw. gegeneinander laufender Wellen beschreiben können und verstehen.
- wissen und verstehen, was ein Gangunterschied ist.
- die Interferenz zweier schräg zueinander laufender gleicher Sinuswellen verstehen.
- ausgewählte einfachere Problemstellungen zur Interferenz bearbeiten können.
- einen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.

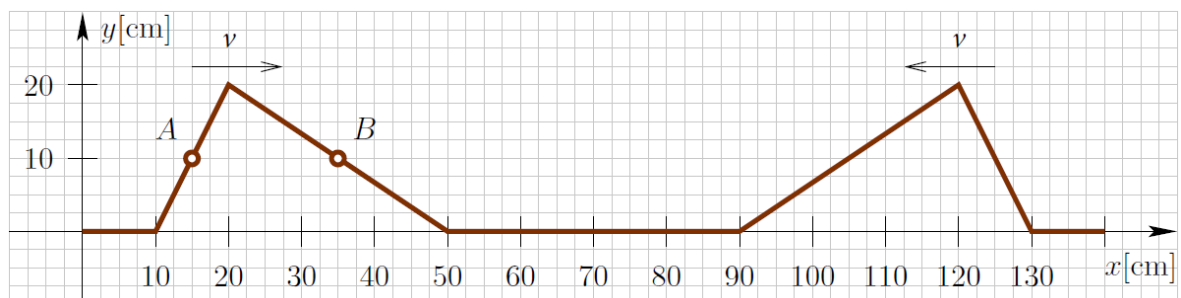
Aufgaben

9.1 Zwei Rechteckpulse bewegen sich aufeinander zu. Zum Zeitpunkt $t = 0$ s sieht die Situation wie folgt aus:



- Zeichnen Sie die Situation zu den Zeitpunkten $t = 1.0$ s, 2.0 s und 3.0 s.
- Zeichnen Sie die Situation zu den gleichen Zeitpunkten wie a), jedoch für den Fall, dass der von rechts kommende Puls die entgegengesetzte Auslenkung hat.

9.2 Auf einem Seil nähern sich zwei Pulse mit der entgegengesetzt gleichen Geschwindigkeiten $v = 40$ cm/s. Die Situation zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s ist in der folgenden Skizze dargestellt:



Skizzieren Sie die Situation zum Zeitpunkt $t_2 = 750$ ms.

9.3 Studieren Sie zur **Interferenz** zweier Wellen das folgende **Applet**:

- [Interferenz zweier Kreiswellen](#) (1)

Die wandernden schwarzen Kreise symbolisieren die von den beiden Erregerzentren ausgehenden Wellenberge, die grauen Kreise die Wellentäler.

- Beschreiben Sie die Orte, welche durch die **roten** Linien gekennzeichnet sind.
- Beschreiben Sie die Orte, welche durch die **blauen** Linien gekennzeichnet sind.
- Bestimmen Sie, wie die Anzahl der zwischen den beiden Erregerzentren liegenden roten Linien vom Abstand d der beiden Erregerzentren und von der Wellenlänge λ abhängt.
- (siehe nächste Seite)

- iv) Begründen Sie, warum es sich bei den roten und blauen Linien (ausser bei der roten Mittelsenkrechten) um Hyperbeln handelt.

Hinweis:

- Schlagen Sie die geometrische Definition einer Hyperbel nach.

- 9.4 Eine Lichtquelle befindet sich im Koordinatenursprung A (0 cm | 0 cm | 0 cm) und eine andere Lichtquelle am Ort B (0 cm | 1.00 cm | 0 cm). Beide Lichtquellen senden periodische Sinuswellen aus. Diese haben die gleiche Frequenz und sind in Phase. Das bedeutet, dass die Wellenberge der beiden Lichtwellen die Lichtquellen gleichzeitig verlassen.

In einer Umgebung des Punktes P (50.0 m | 0 m | 0 m) wird die Lichtintensität gemessen. Dabei wird festgestellt, dass diese null wird, wenn man das Messgerät gleich weit vom Punkt weg in die positive oder negative z-Richtung bewegt.

Bestimmen Sie, was sich aus dieser Beobachtung über die ...

- a) ... Wellenlänge der Lichtwellen aussagen lässt.
b) ... Frequenz der Lichtwellen aussagen lässt.

Hinweis:

- Nehmen Sie an, dass sich das Licht mit der Vakuumlichtgeschwindigkeit $c = 299'792'458 \text{ m/s}$ ausbreitet.

- 9.5 Führen Sie in Moodle den [Test 9.1](#) durch.

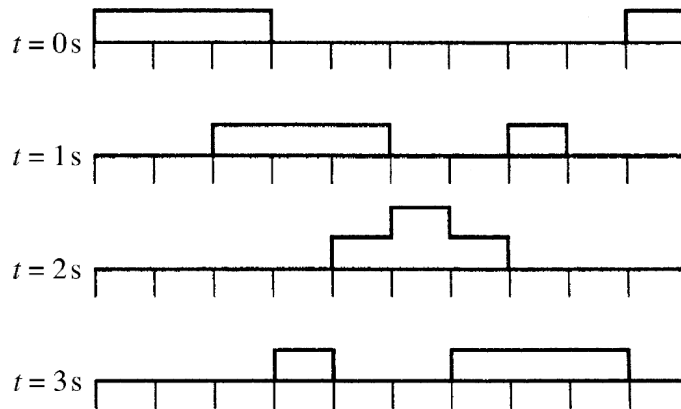
Lehrbuch KPK 3 (Karlsruher Physikkurs, Band 3)

4 Wellen

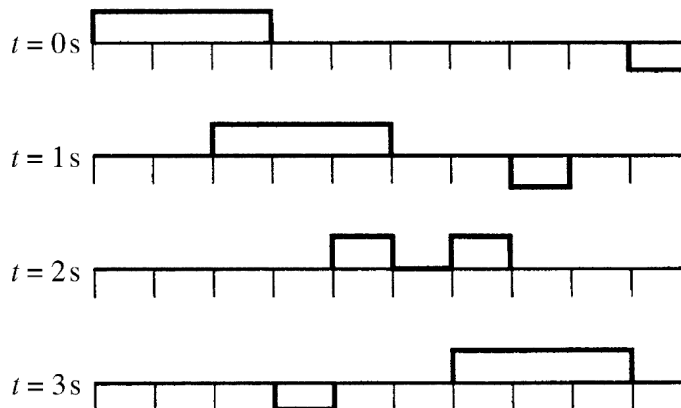
- 4.9 Zwei Wellen am selben Ort (Seiten 45 und 46, ohne Aufgabe 2)
4.13 Die Interferenz von Wellen (Seiten 51 und 52, nur bis Abb. 4.38)

Lösungen

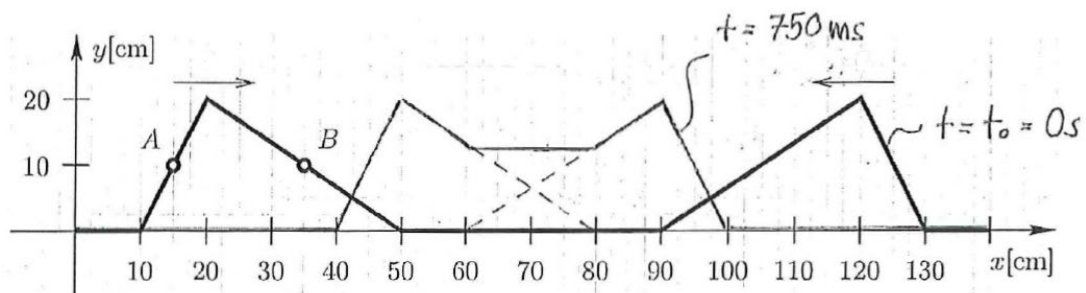
9.1 a)



b)



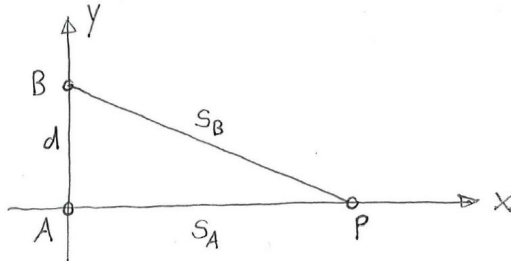
9.2



- 9.3 i) Orte
- mit einem Gangunterschied (Differenz der Distanzen zu den beiden Erregerzentren)
 $\Delta s = m \cdot \lambda$ ($m \in \mathbb{Z}$)
 - konstruktiver Interferenz
 - wo sich die Wellenberge bzw. die Wellentäler der beiden Kreiswellen gleichzeitig treffen
- ii) Orte
- mit einem Gangunterschied (Differenz der Distanzen zu den beiden Erregerzentren)
 $\Delta s = \lambda/2 + m \cdot \lambda$ ($m \in \mathbb{Z}$)
 - destruktiver Interferenz
 - wo sich jeweils ein Wellenberg der einen Kreiswelle mit einem Wellental der anderen Kreiswelle gleichzeitig trifft
- iii) (siehe nächste Seite)

- iii) $d \leq \lambda \Rightarrow 1 \text{ rote Linie}$
 $\lambda < d \leq 2\lambda \Rightarrow 3 \text{ rote Linien}$
 $2\lambda < d \leq 3\lambda \Rightarrow 5 \text{ rote Linien}$
 usw.
- iv) ...

9.4



Konstruktive Interferenz im Punkt P

$$s_B - s_A = m \cdot \lambda \quad (m \in \mathbb{N})$$

a) Mögliche Wellenlängen:

$$\lambda = \frac{1}{m} \left(\sqrt{s_A^2 + d^2} - s_A \right) = \frac{1}{m} \cdot 1.0 \, \mu\text{m} \quad (m \in \mathbb{N})$$

$$\text{mit: } s_A = 50.0 \, \text{m}, d = 1.00 \, \text{cm}$$

b) Mögliche Frequenzen:

$$f = m \cdot \frac{c}{\sqrt{s_A^2 + d^2} - s_A} = m \cdot 3.00 \cdot 10^{14} \, \text{Hz} \quad (m \in \mathbb{N})$$

$$\text{mit: } s_A = 50.0 \, \text{m}, d = 1.00 \, \text{cm}, c = 299'792'458 \, \text{m/s} \text{ (Annahme: Lichtwelle läuft im Vakuum)}$$

9.5

-