M 240 Im Nullpunkt eines Koordinatensystems findet vom Zeitpunkt $t_0 = 0$ an eine Schwingung statt, die dem Gesetz $s = 0{,}08\ \text{m} \cdot \sin \pi t\ \text{s}^{-1}$ genügt. Diese Schwingung erzeugt eine Transversalwelle, die sich ungedämpft in Richtung der positiven x-Achse mit der Geschwindigkeit $c = 0{,}2\ \text{m s}^{-1}$ ausbreitet.

a) Wie groß sind die Schwingungsdauer T und die Frequenz ν der Schwingung, wie groß ist die Wellenlänge λ der Welle?

b) Wie lautet die Gleichung dieser Welle?

c) Zeichnen Sie die Welle zu den Zeiten $t_1 = 2$ s, $t_2 = 3$ s, $t_3 = 4\frac{1}{2}$ s und $t_4 = 7\frac{1}{2}$ s!

d) Wie lauten die Gleichungen für die Schwingungen, die in den Punkten mit den Koordinaten $x_1 = 30$ cm, $x_2 = 80$ cm und $x_3 = 100$ cm stattfinden?

Anleitung: Verwenden Sie die trigonometrische Formel: $\sin(\alpha - \beta) = \sin\alpha \cdot \cos\beta - \cos\alpha \cdot \sin\beta$.

M 241 Zwei Transversalwellen breiten sich in Richtung der positiven x-Achse aus. Sie haben die gleiche Schwingungsebene, ihre Wellenlängen und ihre Frequenzen stimmen überein: $\lambda = 6$ cm, $\nu = 4\ \text{s}^{-1}$. Ihre Amplituden betragen $s_{\text{max},1} = 2$ cm und $s_{\text{max},2} = 3$ cm. Der Gangunterschied zwischen den beiden Wellen ist Null. Zur Zeit $t_0 = 0$ sind die Elongationen im Koordinatenanfangspunkt Null, sie wachsen in der unmittelbar folgenden Zeit zunächst an. Eine Dämpfung liegt nicht vor.

a) Zeichnen Sie die beiden Wellen zum Zeitpunkt $t_a = \frac{3}{8}$ s. Konstruieren Sie durch Addition der Elongationen die resultierende Welle!

b) Stellen Sie die Wellengleichungen für die beiden Wellen auf!

c) Gewinnen Sie aus den Wellengleichungen der Ausgangswellen die Wellengleichung für die resultierende Welle! Ermitteln Sie daraus die Amplitude der resultierenden Welle!

M 242 Zwei Transversalwellen breiten sich in Richtung der positiven x-Achse aus; sie haben die gleiche Schwingungsebene. Ihre Wellenlängen, ihre Frequenzen und ihre Amplituden stimmen überein: $\lambda = 4$ cm, $\nu = 2\ \text{s}^{-1}$ und $s_{\text{max}} = 2$ cm. Der Gangunterschied beträgt ein *geradzahliges* Vielfaches von $\dfrac{\lambda}{2}$.

Zur Zeit $t_0 = 0$ hat die erste Welle im Koordinatenanfangspunkt die Elongation Null; die Elongation wächst in der unmittelbar folgenden Zeit zunächst an. Eine Dämpfung liegt nicht vor.

a) Zeichnen Sie die beiden Wellen zum Zeitpunkt $t_a = \dfrac{T}{2}$. Konstruieren Sie durch Addition der Elongationen die resultierende Welle!

b) Stellen Sie die Wellengleichungen für die beiden Wellen auf!

c) Gewinnen Sie aus den Wellengleichungen der Ausgangswellen die Wellengleichung für die resultierende Welle! Ermitteln Sie daraus die Amplitude der resultierenden Welle!

M 244 Zwei Transversalwellen breiten sich in Richtung der positiven x-Achse aus; sie haben die gleiche Schwingungsebene. Ihre Wellenlängen, ihre Frequenzen und ihre Amplituden stimmen überein: $\lambda = 4$ cm, $\nu = 2\,\mathrm{s}^{-1}$ und $s_{max} = 2$ cm. Die erste Welle hat zur Zeit $t_0 = 0$ im Koordinatenanfangspunkt die Elongation Null; die Elongation wächst in der unmittelbar folgenden Zeit zunächst an. Die zweite Welle läuft der ersten um den Gangunterschied $\frac{\lambda}{4}$ voraus. Eine Dämpfung liegt nicht vor.

a) Zeichnen Sie die beiden Wellen zu dem Zeitpunkt $t_a = \frac{T}{2}$. Konstruieren Sie durch Addition der Elongationen die resultierende Welle!

b) Stellen Sie die Wellengleichungen für die beiden Wellen auf!

c) Gewinnen Sie aus den Wellengleichungen der Ausgangswellen die Wellengleichung für die resultierende Welle! Ermitteln Sie daraus die Amplitude der resultierenden Welle!

Anleitung: Verwenden Sie die trigonometrische Formel

$$\sin\alpha + \sin\beta = 2\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\cdot\cos\frac{\alpha-\beta}{2}.$$

d) Berechnen Sie die Elongation der Schwingung am Ort mit der Koordinate $x_d = 20$ cm zu der Zeit $t_d = 3\frac{1}{8}$ s für die resultierende Welle!

M 245 Zwei Transversalwellen breiten sich längs der x-Achse aus; sie haben die gleiche Schwingungsebene. Ihre Wellenlängen, ihre Frequenzen und ihre Amplituden stimmen überein: $\lambda = 4$ cm, $\nu = 2\,\mathrm{s}^{-1}$ und $s_{max} = 2$ cm. Die Wellen laufen auf der x-Achse in verschiedenen Richtungen. Im Koordinatenanfangspunkt rufen sie Schwingungen hervor, die zu jeder Zeit in der Phase übereinstimmen. Zur Zeit $t_0 = 0$ hat die erste Welle im Koordinatenanfangspunkt die Elongation Null; die Elongation wächst in der unmittelbar folgenden Zeit zunächst an. Eine Dämpfung liegt nicht vor.

a) Stellen Sie die Wellengleichungen für die beiden Wellen auf!

b) Gewinnen Sie aus den Wellengleichungen der Ausgangswellen die Wellengleichung für die resultierende Welle!

c) Geben Sie die Koordinaten derjenigen Orte an, in denen die resultierende Welle zu jeder Zeit die Elongation Null hat! Geben Sie ebenso die Koordinaten derjenigen Orte an, in denen maximale Elongationen auftreten!

Anleitung: Verwenden Sie die trigonometrische Formel