



11PH3

2. Klausur 11/II
Schwingungen und Wellen

29. Mai 2008

Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

Schwingungen „Eine Schwingung (auch Oszillation) bezeichnet den Verlauf einer Zustandsänderung, wenn ein System auf Grund einer Störung aus dem Gleichgewicht gebracht und durch eine rücktreibende Kraft (Rückstellkraft) wieder in Richtung des Ausgangszustandes gezwungen wird. Grundsätzlich basiert das Schwingen eines Systems auf der Energieumwandlung zwischen zwei Energieformen.“ [<http://de.wikipedia.org/wiki/Schwingung>] Als harmonische Schwingung bezeichnet man den Spezialfall, bei dem die Rückstellkraft immer proportional zur Elongation ist; eine solche Schwingung lässt sich synchronisieren mit einer gleichförmigen Kreisbewegung.

1.1. Zum Aufwärmen

- Das Pendel einer Wanduhr macht in 2 min 150 Schwingungen. Berechnen Sie die Periodendauer und Frequenz des Pendels. Wieviele Schwingungen macht das Pendel in einem Tag, in einem Jahr?
- Zwei Pendel mit den Schwingungsdauern $T_1 = 1,5$ s und $T_2 = 1,6$ s starten gleichzeitig aus der Ruhelage. Nach welcher Zeit gehen beide wieder genau gleichzeitig durch die Ruhelage? Wieviele Schwingungen hat jedes Pendel in dieser Zeit gemacht?
- Zu welchen Zeiten nach dem Nulldurchgang (= Durchgang durch die Ruhelage) erreicht die Auslenkung eines Federpendels mit $y_{\max} = 5$ cm und $f = 0,4$ Hz die Werte 8 mm, 2 cm und 4 cm?
- Liegt bei einem vertikal auf und ab springenden Ball eine harmonische Schwingung vor? (Reibung soll hier vernachlässigt werden.) Begründe die Antwort indem du angibst, welche Bedingungen für eine harmonische Schwingung überhaupt erforderlich sind, und inwieweit diese im Beispiel erfüllt sind oder nicht!

1.2. Nach ihrer Fertigstellung unterzogen die Bauingenieure die neue Brücke über die Norder-Elbe einem Großversuch. Unter der Last eines in der Mitte der Brücke zu diesem Zweck angehängten Gewichts von 100 t Masse bog sich die Brücke den Messungen zufolge um 5 cm durch. Als schließlich die Verbindung der Brücke mit dem Gewicht schlagartig gelöst wurde, geriet die Brücke wie erwartet in Schwingungen, die viele Sekunden andauerten. Die Frequenz der Schwingung betrug 0,62 Hz. Ein Beobachter, der sich mitten auf der Brücke befand, berichtete, er habe das Gefühl gehabt, die Brücke habe sich um ca. einen Meter gehoben und gesenkt.



- Wie groß muss die Amplitude wirklich gewesen sein, mit der sich der Augenzeuge bewegt hat?
- Wie groß war seine maximale Geschwindigkeit? (Tipp: $v = \frac{ds}{dt}$; Ableitung von $\cos(\omega t) = -\omega \cdot \sin(\omega t)$; Sinus- und Kosinuswerte sind „begrenzt“)
- Bei welcher Elongation (Phase) erfuhr obiger Beobachter die maximale Beschleunigung, und wie groß war diese? (Tipp: $a = \frac{dv}{dt}$)
- Wie groß ist die Energie, die mit der beschriebenen Schwingbewegung der Brücke verbunden ist?

Wellen: „Eine Welle ist ein räumlich und zeitlich periodischer Vorgang, bei dem sich Schwingungen durch eine Kette gekoppelter Oszillatoren im Raum ausbreiten. Dabei wird Energie transportiert. Bekannt sind vor allem Schallwellen, Wasserwellen und elektromagnetische Wellen, beispielsweise in Form von Radiowellen oder Licht.“ [[http://de.wikipedia.org/wiki/Welle_\(Physik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Welle_(Physik))]

2.1. Zum Aufwärmen

- Was versteht man unter Transversalwellen? Was sind Longitudinalwellen?
- Was muss für die Atome eines Mediums gelten, damit sich Transversalwellen ausbreiten können?
- Sind Schallwellen Longitudinal- oder Transversalwellen?
- Skizziere und erkläre die Entstehung und Ausbreitung des Schalls bei einem („elektrodynamischen“) Lautsprecher.

2.2. Eine harmonische Transversalwelle breitet sich in positiver x-Richtung mit der Geschwindigkeit $c = 4$ m/s aus. Sie beginnt zur Zeit $t = 0$ s im Koordinatenursprung. Ihre Amplitude beträgt 15 cm, ihre Frequenz ist 0,25 Hz.

- Wie groß sind Wellenlänge und Periodendauer?
- Wie lautet die Wellengleichung für diese Welle?
- Wann beginnt ein Teilchen am Ort $x = 150$ cm zu schwingen?
- Wie groß ist die Elongation dieses Teilchen zur Zeit $t = 30$ s ?