

Ausgabe: 23.06.2014

Abgabe: bis 30.06.2014 16:00 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Biosonar

3 Punkte

Delphine verwenden ein Echosystem für die Kommunikation und zur Echoortung. Sie senden Klicklaute aus, die von potentiellen Hindernissen reflektiert werden. Das reflektierte Signal wird von der Schädeldecke reflektiert und von der Fettmasse der Melone gebündelt. Die Tiere können das Signal verarbeiten und so das Hindernis umschwimmen. Die von Delfinen ausgesendete Schallwelle zur Echoortung hat eine Frequenz von 40 kHz. Das Kompressionsmodul von Luft beträgt $k = 1,41 \cdot 10^5$ Pa mit der Dichte $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$. Für Wasser gilt $k = 2,08 \cdot 10^9$ Pa mit der Dichte $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

- Wie groß ist die Wellenlänge λ der Schallwelle?
- Wie lange dauert es bis ein Delphin das reflektierte Signal eines Hindernisses, das sich in 30 m Entfernung von ihm befindet, erkennt?
- Ratten verwendet ebenfalls Echoortung. Wie lange braucht die Ratte um das Objekt aus b) zu erkennen?

[a.)]

Aufgabe 2: Membranschwingungen

4 Punkte

Um die Bewegungsgleichung einer rechteckigen Membran aufzustellen, kann diese als eine schwingende Saite betrachtet werden, die am Rand eingespannt ist. Das heißt für die Randbedingungen $u(0, x_2, t) = u(a, x_2, t) = u(x_1, 0, t) = u(x_1, b, t) = 0$. Aus der Kraft auf ein Flächenelement kann die allgemeine Wellengleichung aufgestellt werden

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} u(x_1, x_2, t) = \nu^2 \Delta u(x_1, x_2, t) \quad (1)$$

mit der Phasengeschwindigkeit $\nu = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}}$

Lösen Sie die Bewegungsgleichung für $u(x_1, x_2, t)$.

Tipp: Verwenden Sie einen Separationsansatz für $u(x_1, x_2, t)$.

Aufgabe 3: ACDC

2 Punkte

Bei einem ACDC-Konzert wird der Schallpegel $L = 130 \text{ dB}$ 20 Meter von der Bühne entfernt gemessen. Neben der Bühne stehen zwei Tieftöner die einen Abstand von 20 m zueinander haben.

- Leiten Sie einen Ausdruck her, der alle Intensitätsmaxima bzw. Intensitätsminima im Zuschauerfeld beschreibt. Nutzen Sie kartesische Koordinaten. Wo halten sich die Gäste auf die einen lauten Bass bevorzugen?
- Der Schallpegel liegt oberhalb der Schmerzschwelle. Ist der Schmerz der gleiche, den man empfinden würde, wenn man ohne einen Druckausgleich taucht? Bestimmen Sie dazu die Tiefe, bei der der Druckzuwachs im Wasser dem Effektivwert des Schalldrucks des Konzerts entspricht.