EXPERIMENTELLE TEILCHENPHYSIK
Ludwig-Maximilians-Universität
München
Prof. O. Biebel

Physik E1, WS 2006/07

Übung Nr. 11

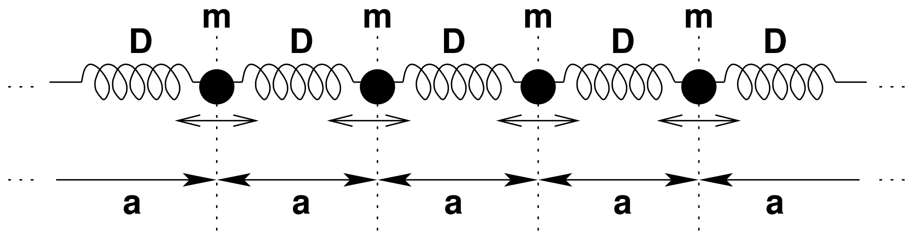
Abgabetermin: 18. Januar 2007

Aufgabe 1: **(4 Punkte)**

Zwei ebene Wellen laufen mit einer Geschwindigkeit von $v = 330$ m/s in gleicher Richtung und in gleicher Phase durch einen Punkt A. Sie besitzen die Frequenzen(!) $f_1 = 300$ Hz und $f_2 = 240$ Hz. Nach welcher Strecke s und Laufzeit t sind sie zum ersten Mal wieder in gleicher Phase?

Aufgabe 2: **(8 Punkte)**

(Unendlich) viele gleiche Massen $m = 9.4 \cdot 10^{-26}$ kg sind mit jeweils gleichen,masselosen Federn der Länge $a = 5 \cdot 10^{-10}$ m und Federkonstanten $D = 9.4$ kg s^{-2} miteinander gekoppelt.



Berechnen Sie die Phasengeschwindigkeit für longitudinale Wellen auf diesem System.

(Anleitung: Stellen Sie die gekoppelte Schwingungs-DGL für die n-te Masse m auf! Beachten Sie dabei, dass Masse $n-1$ durch die Feder eine Kraft $F_{n-1,n} = -D \cdot (\psi(x_n,t) - \psi(x_{n-1},t))$ auf Masse n ausübt,
Masse $n+1$ durch die Feder eine Kraft $F_{n+1,n} = -D \cdot (\psi(x_n,t) - \psi(x_{n+1},t))$ auf Masse n ausübt.
Wählen Sie als Lösungsansatz eine harmonische Welle $\psi(x_n,t) = A \cdot e^{i(\omega t - k x_n)}$ mit $x_n = n \cdot a$ und lösen Sie damit die Wellengleichung. Nähern Sie schließlich den Ausdruck der Phasengeschwindigkeit für die so genannte kontinuierliche Näherung $a \ll \lambda$. Geben Sie die Phasengeschwindigkeit unter Verwendung von $\omega_{\max} = 2\sqrt{D/m}$ an. Benutzen Sie $1 - \cos\alpha = 2\sin^2\frac{\alpha}{2}$.)

Aufgabe 3: **(8 Punkte)**

Eine Rechteck-Schwingung mit Periode T sei wie folgt gegeben:

$$f(t) = \frac{\pi}{4} \begin{cases} -1 & \text{für } -T/2 \leq t < 0 \\ 1 & \text{für } 0 \leq t < T/2 \end{cases} \qquad \text{periodisch fortgesetzt.}$$

Führen Sie eine Fourieranalyse für diese Rechteck-Schwingung durch und geben Sie die Fourierkoeffizienten an.
(Hinweis: Wenn Sie eine reelle Fourieranalyse durchführen, dann beachten Sie die Symmetrieeigenschaften von $f(t)$.)