Experimentalphysik III Prof. M. Bargheer	Übungen: Wouter Koopman, Marc Herzog, Matthias Rössle	WS 2016/17 Zum25.10.16

Aufgabenblatt 1

I) Gelerntes wiedergeben

a) Was ist eine Dispersionsrelation?

b) Wie sind Phasen- und Gruppengeschwindigkeit definiert? Ist die Phasengeschwindigkeit immer größer als die Gruppengeschwindigkeit?

II) Einfache Aufgaben

II.1) Lösen Sie die Wellengleichung $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$

a) Mit einem einfachen Sinusansatz.
b) Mit einem Exponentialansatz.
c) In beiden Fällen ergibt sich der gleiche Zusammenhang ω(k). Welcher?

***II.2) Wasserwellen**

Große Wellen im Meer beziehen ihre Rückstellkraft (Gleichgewichtslage ist eine flache Wasseroberfläche) aus der Gravitationskraft. Die Dispersionsrelation solcher Schwerewellen ist $\omega(k) = \sqrt{g \cdot k}$. (g=9.81m/s²)

Für kleine Oberflächenwellen spielt die Oberflächenspannung die entscheidende Rolle: Die Dispersionsrelation solcher „Kapillarwellen" ist $\omega(k) = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho} k^3}$. ($\sigma$ = 0.073 N/m, ρ = 1 kg/dm³)

a) Berechnen Sie jeweils die Phasen- und Gruppengeschwindigkeiten einer Welle mit Wellenlänge 1 m (Schwerewelle) und mit 1 mm (Kapillarwelle).

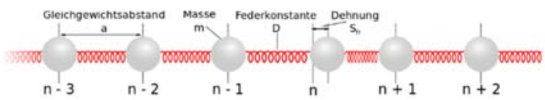
b) Bei welcher Wellenlänge haben beide Arten von Wellen die gleiche Frequenz?

III) Vertiefende Aufgaben

III.1) Anregung von Schwingungen:** Ergründen Sie experimentell mit Hilfe eines selbstgebauten Fadenpendels (wie in der Vorlesung), welche mathematische Lösungen wohl durch die folgenden Randbedingungen erzeugt werden. Schreiben Sie die Auslenkung des Pendels mathematisch hin (überlegen Sie, welche Konstanten man braucht) und ***zeichnen Sie jeweils einen Graphen der Funktion (z.B. Auslenkung x(t), Amplitude A(ω), Phase ϕ…). Sie halten den Faden in der rechten Hand.

a) Das Fadenpendel hängt bei t<0 in Ruhe. Bei t = 0 bewegen Sie Ihre Hand schnell nach rechts.
b) Das Fadenpendel hängt bei t<0 in Ruhe. Bei t = 0 bewegen Sie Ihre Hand relativ langsam nach rechts, aber doch so schnell, dass das Pendel anfängt zu schwingen. Vergleichen Sie quantitativ mit (a). Geben Sie zusätzlich eine grobe Formel an (geraten), die beschreibt, wie schnell Sie ihre Hand bewegen müssen, damit das Pendel nennenswert schwingt.
c) Das Fadenpendel hängt bei t<0 in Ruhe. Bei t = 0 bewegen Sie Ihre Hand schnell nach rechts und sofort wieder zurück auf die ursprüngliche Position.
d) Das Fadenpendel hängt bei t<0 in Ruhe. Bei t = 0 lassen Sie die rechte Hand in Ruhe und geben der Kugel einen Stoß. Vergleichen Sie mit (c)

.



***III. 2) Federmodell mechanischer Wellen**

Modellieren Sie einen Festkörper als lineare Kette identischer Massen m, die durch Federn mit der Federkonstante D verbunden sind. (Wie z.B. bei Paus Kapitel 48)

a) Begründen Sie, dass die Bewegungsgleichung des n-ten Körpers $m\,\ddot{s}_n = D(s_{n+1} + s_{n-1} - 2s_n)$ ist, wenn s_n die Auslenkung des n-ten Körpers ist.

b) Um harmonische Wellen in dieser Kette zu beschreiben, die in z-Richtung entlang der Kette propagieren, wählen Sie den Ansatz $s_n = Ae^{i(\omega t - kz_n)}$. Da die Atome im Gleichgewicht äquidistant angeordnet sind, ist z_n=n a. Setzen Sie diesen Ansatz in die Bewegungsgleichung ein. Lösen Sie die Bewegungsgleichung. Der Ansatz führt zu diesem sinnvollen Ergebnis: $\omega^2 = \frac{2D}{m}(1 - \cos(ka))$.

c) Skizzieren Sie ω(k).

d) Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit (Phasengeschwindigkeit) v = ω/k für kleine Werte von k? Wie ist die Phasengeschwindigkeit für größere k?

e) Wie groß ist die Gruppengeschwindigkeit für k = π/a?