12. Übungsblatt zur Vorlesung Theoretische Physik I (Mechanik)

Abgabe: Mittwoch, 05.Februar 2003 in den Übungen.

Aufgabe A31: *Physikalisches Pendel*
Betrachten Sie einen homogenen Stab der Masse m und Länge L (Stabdicke $d \ll$ Stablänge L). Der Stab sei im Abstand s vom Mittelpunkt im homogenen Schwerefeld drehbar aufgehängt (*physikalisches Pendel*). Die Drehachse sei senkrecht zum Stab (siehe Fig. 1).

a) Bestimmen Sie die Frequenz, mit der der Stab für kleine Amplituden schwingt. Welche Länge L_0 müsste ein mathematisches Pendel haben, damit dieses mit derselben Frequenz schwingen würde (L_0 heißt auch die *reduzierte* Pendellänge). **(2 Punkte)**

b) Welchen Abstand $s = s_0$ muß man wählen, damit eine kleine Änderung dieses Abstands einen möglichst geringen Einfluß auf die Frequenz hat (*Ausgleichspendel*) ? **(2 Punkte)**

c) Gibt es einen Abstand $s = s'$, bei dem das Pendel mit derselben Frequenz schwingt, wie wenn es an einem seiner Enden ($s = \frac{L}{2}$) aufgehängt wäre ? (*Reversionspendel*). **(2 Punkte)**

Aufgabe A32: *Gekoppelte Oszillatoren: Eigenfrequenzen, Eigenschwingungen*
Zwei Perlen der gleichen Masse m, die auf einer horizontalen Stange reibungsfrei beweglich seien, werden durch zwei Federn mit Federkonstanten k_1 und k_2 vor einer Wand in ihren Ruhelagen gehalten.

a) Stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf. **(1 Punkt)**

b) Bestimmen Sie die Eigenfrequenzen des Systems. **(2 Punkte)**

c) Betrachten Sie nun den Spezialfall $k_1 = k_2$: Geben Sie die Amplitudenverhältnisse der Eigenschwingungen sowie die allgemeine Lösung an. **(2 Punkte)**

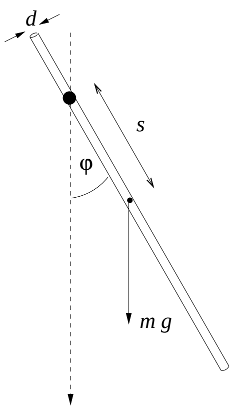

Fig. 1

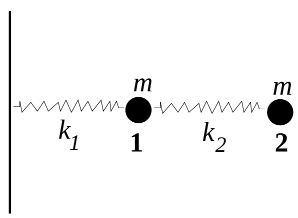

Fig. 2

Aufgabe A33: *Gekoppelte Oszillatoren: erzwungene Schwingungen*
Betrachten Sie nochmals das System aus Aufgabe A32. Die Wand führe nun kleine horizontale, harmonische Schwingungen mit der Frequenz Ω durch (siehe Fig. 3):

$$x_A(t) = A\cos(\Omega t)$$

a) Machen Sie den Ansatz $q_i(t) = A_i \cos(\Omega t)$ ($i = 1, 2$, q_1= Auslenkung der Masse 1 aus ihrer Ruhelage, q_2=Auslenkung der Masse 2 aus ihrer Ruhelage) und bestimmen Sie die Amplituden A_1 und A_2 als Funktion der Anregungsfrequenz Ω (*Resonanzkurven*). Was ergibt sich, wenn Ω mit einer der Eigenfrequenzen des Systems übereinstimmt ? **(3 Punkte)**

b) Zeigen Sie, dass die erste Masse in Ruhe bleibt, wenn $\Omega = \sqrt{k_2/m}$ gilt. **(1 Punkt)**

Anmerkung: Man benutzt diesen Effekt zur Konstruktion von Schwingungstilgern: Maschinenschwingungen, die durch harmonische Anregungen mit konstanter Frequenz erzeugt werden, lassen sich durch einen angekoppelten, geeignet abgestimmten zweiten Schwinger tilgen.

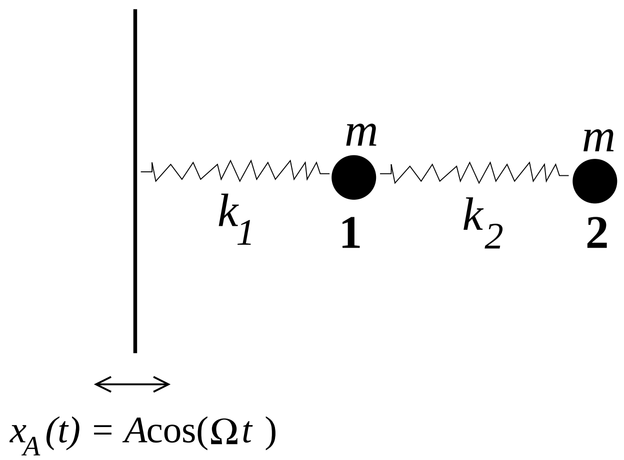

Fig. 3