

Übungen zur Physik I (Mechanik)

Wintersemester 2009/10

Übungsblatt Nr. 14

Abzugeben bis zum 08.02.2010, 12:00 Uhr

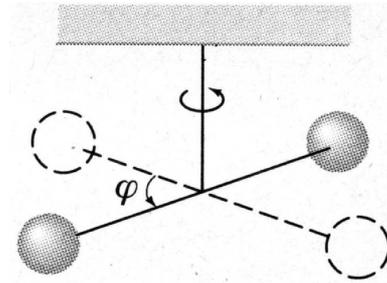
Tutoriums-Nr: _____

Namen: _____

Aufgabe 52: Torsionspendel

4 Punkte

Ein Torsionspendel bestehe aus einem Draht, an dem eine ausgedehnte Masse (hier Hantel, das Trägheitsmoment soll nicht berechnet werden!) hängt. Wird die Masse um einen kleinen Winkel um die Längsrichtung des Drahtes verdreht und losgelassen, so führe das System auf Grund des Rückstellmomentes $M = c \cdot \varphi$ des Drahtes eine ungedämpfte harmonische Drehschwingung aus.



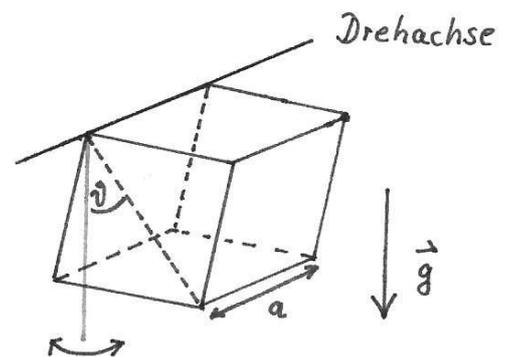
- Stellen sie die Größen Drehwinkel φ , Winkelgeschwindigkeit ω , Winkelbeschleunigung $a = \ddot{\varphi}$, Drehmoment M , Massenträgheitsmoment I und das Newtonsche Gesetz $M = I \cdot \ddot{\varphi}$ den entsprechenden Größen einer linearen Bewegung gegenüber.
- Stellen Sie die DGL für ein Torsionspendel auf und geben sie das Winkel-Zeit-Gesetz an (c ist die Winkelrichtgröße, sie entspricht der Federkonstante).
- Beschreiben sie qualitativ (keine Rechnung, nur Schaubilder+kurzer Satz), was passiert, wenn Dämpfung vorliegt.

Aufgabe 53: Würfelpendel

6 Punkte

Ein homogener massiver Würfel der Masse m und der Kantenlänge a wird längs einer Kante aufgehängt und vollführt kleine Schwingungen im Schwerfeld \vec{g} .

- Zeigen Sie, dass das Trägheitsmoment des Würfels bezüglich der gewählten Drehachse $I = \frac{2}{3} \cdot m \cdot a^2$ ist.
- Leiten Sie die Schwingungsgleichung her. Geben Sie desweiteren die Kreisfrequenz $\omega = \omega(m, g, a, I)$ für das Würfelpendel an (alles ohne Reibung).
- Das Würfelpendel werde nun in eine Flüssigkeit gehalten. Stellen Sie wieder die Schwingungsgleichung auf, diesmal aber unter Berücksichtigung der Reibung (der Reibungskoeffizient sei b), und geben Sie ω und die Lebensdauer τ der Schwingung als Funktionen von m, g, a, I und b an.
- Geben Sie den nötigen Reibungskoeffizienten $b = b(m, g, a, I)$ an, bei dem der Würfel am schnellsten zur Ruhe kommt.



Aufgabe 54: Erzwungene Schwingung

6 Punkte

- a) Zeigen Sie, dass $x(t) = A \cdot \sin(\omega t - \alpha)$ (mit $\omega_0 = \sqrt{D/m}$ und $\delta = r/2m$) Lösung der Differentialgleichung $m\ddot{x} = -Dx - r\dot{x} + F_0 \sin(\omega t)$ ist. Berechnen Sie $|A(\omega)|$ und $\alpha(\omega)$.
- b) Lösen Sie auch die komplexe DGL $m\ddot{z} = -Dz - r\dot{z} + F_0 e^{i\omega t}$ mit dem Ansatz $z = A \cdot e^{i\omega t} = |A| \cdot e^{i\alpha} \cdot e^{i\omega t} = |A| \cdot e^{i(\omega t + \alpha)}$ und überzeugen Sie sich, dass man auf diese Art $|A(\omega)|$ und $\alpha(\omega)$ viel schneller erhält als oben.
- c) Zeigen Sie, dass die Resonanzfrequenz ω_R bei der erzwungenen Schwingung mit Dämpfung $\omega_R = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}$ ist. Berechnen Sie auch die Amplitude $|A(\omega_R)|$.

Aufgabe 55: Orgelpfeife

4 Punkte

Eine Orgelpfeife ist $L = 0,5$ m lang.

- a) Welche Frequenzen haben ihre tiefste akustische Eigenschwingung (Grundton f_1) und der erste Oberton f_2 , wenn beide Seiten offen sind, oder eine Seite offen und das andere Ende geschlossen ist? Skizzieren Sie alle Fälle.
- b) Wie groß ist der Grundton f_1 und der erste Oberton f_2 bei einem Stahlstab der gleichen Länge (beide Seiten offen)?

Schallgeschwindigkeit von Luft: $c_L = 344$ m/s; von Stahl: $c_S = 5100$ m/s

Die Übungsaufgaben finden Sie im Internet unter der URL:

<http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~jwagner/WS0910/Uebungen>

Bitte denken Sie daran, dass Sie sich für die Klausur (Prüfungs-Nr. 104) über das Studienportal vom 01.02. – 08.03.2010 anmelden müssen, wenn Sie Bachelor Physik, Meteorologie, Geophysik oder Mathematik studieren, und dass Sie sich per Email bei den Übungsleitern anmelden müssen, falls Sie nicht zu dieser Kategorie gehören. Wenn Sie Bachelor Physik, Meteorologie oder Geophysik studieren, beachten Sie bitte, dass Sie sich für die Klausur nur dann anmelden können, wenn Sie die Vorleistung bestanden haben und diese von der Übungsleitung bestätigt wurde.

