

Übungsaufgaben ExPhys 1

Mittwoch / Schwingungen

1. Masse und Feder

Eine Masse von 20g hängt an einer masselosen Feder, diese dehnt sich dadurch um 6cm aus. Geben Sie die Lage der Masse in Abhängigkeit von der Zeit an, wenn sie zur Zeit $t = 0$

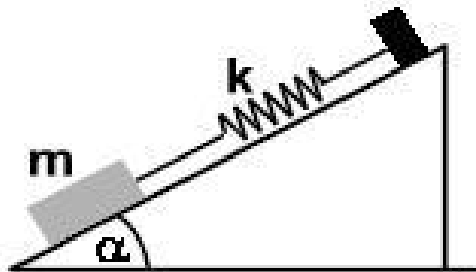
- um 2cm heruntergezogen und losgelassen wurde.
- um 3cm heruntergezogen und mit $v_0 = 2\text{m/s}$ abwärtsgeschleudert wurde.

2. Odyssee im Weltraum

Du strandest mit Deinem Raumschiff auf einem fremden Planeten. Alles was Du aus dem zerstörten Raumschiff retten konntest ist eine Feder mit bekannter Federkonstante, eine Stoppuhr, ein Massband und das Wissen um den Durchmesser des Planeten. Beschreibe ein Experiment, mit dem sich die Masse des Planeten bestimmen lässt und leite eine geeignete Formel ab.

3. Feder auf Ebene

Auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel $\alpha = 20^\circ$) befindet sich ein Körper der Masse $m = 1\text{ kg}$. An dem Körper ist ein masseloser starrer Draht befestigt, der den Körper mit einer Feder der Federkonstanten k verbindet, die ihrerseits am Boden befestigt ist (siehe Zeichnung).



- Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Systems auf. Vernachlässigen Sie hierbei die Reibung.
- Welche Federstärke k muß die Feder besitzen, damit die Masse mit einer Frequenz $\nu = 10\text{Hz}$ schwingt?
- Welchen Einfluss hat der Neigungswinkel α auf das System?

4. Gekoppelte Schwingung

Zwei gleichschwere Körper der Masse m seien durch eine Feder mit Federkonstante k verbunden. Die Anordnung ruhe auf einem ebenen Untergrund, auf dem sie sich reibungsfrei bewegen kann. Ein Kraftstoß wirke nun entlang der Richtung der Feder auf eine der Massen.

- Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die durch den Kraftstoß erzeugte Bewegung der zwei Massen auf und lösen Sie diese.

- b) Stellen Sie die resultierende Bewegung beider Massen qualitativ in einem gemeinsamen x-t-Diagramm und in einem gemeinsamen v-t-Diagramm dar.

5. U-Rohr

Ein U-Rohr mit 1 cm Innendurchmesser enthält 300 ml Wasser. Durch kurzzeitigen Herunterdrücken des Wasserspiegels auf einer Seite um $\Delta z = 5$ cm wird die Säule in Schwingung versetzt.

- a) Stellen Sie (unter Vernachlässigung von Reibungseffekten) die Bewegungsgleichung auf und bestimmen Sie die Frequenz der Schwingung
 b) Wie ändern sich qualitativ Amplitude und Frequenz der Schwingung, wenn beide Seiten des U-Rohrs mit Korken verschlossen werden?

6. **Holzklotz** Ein Holzklotz schwingt reibungsfrei an einer horizontalen Feder, die Schwingungsdauer beträgt $T = 0,8$ s. Ein zweiter Holzklotz liegt auf dem ersten, der Haftreibungskoeffizient zwischen beiden Klötzen beträgt $\mu_H = 0,25$.

- a) Verrutscht der aufliegende Holzklotz, wenn die Amplitude der Schwingung 1cm beträgt?
 b) Bestimmen sie die maximale Amplitude, bei der der aufliegende Klotz gerade nicht verrutscht.

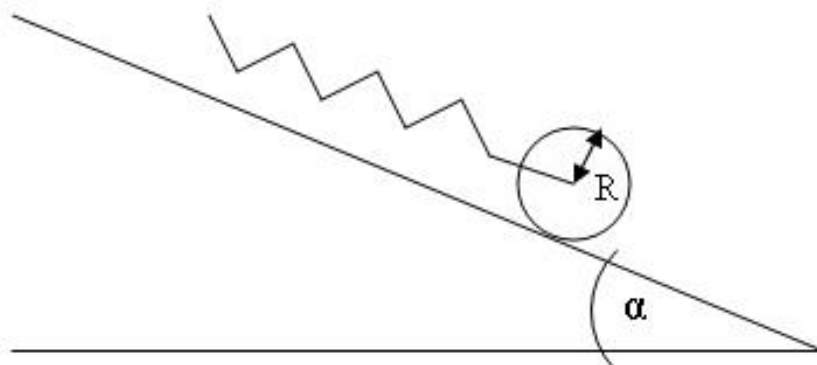
7. Loch durch die Erde

Stelle Dir vor, man bohrt ein Loch durch die Erde vom Nord- bis hin zum Südpol. Jetzt lässt man einen Stein in dieses Loch fallen und vernachlässigt alle Effekte, die durch erhöhte Temperatur oder kleine grüne Steinbeißer auftreten könnten. Ebenso soll Reibung jeglicher Art vernachlässigt und die Erde als homogen angenommen werden.

Welche Bewegung beschreibt der Stein? Stelle die Bewegungsgleichung auf und gebe alle Parameter der Bewegung an.

8. Zylinder auf Ebene

Ein homogener Vollzylinder mit Masse M ist mit zwei identischen Federn der Federkonstante D an seiner Achse aufgehängt und liegt auf einer schiefen Ebene. Der Zylinder kann reibungsfrei auf der schiefen Ebene auf- und abrollen, wobei die Federn entlang der schiefen Ebene gerichtet sind. Einmal in Bewegung versetzt, vollführt der Zylinder kleine Schwingungen um seine Ruhelage ohne zu rutschen. Die Massen der Federn sowie Reibungseffekte werden vernachlässigt. Zeige rechnerisch, dass die Schwingungsdauer nicht vom Neigungswinkel oder den Abmessungen des Zylinders abhängt. (Hinweis: Das Trägheitsmoment eines homogenen Vollzylinders der Masse M und des Radius R beträgt $\Theta = \frac{1}{2}MR^2$)



9. Cocktail

Nach erfolgreicher ExPhys I Klausur gönnt sich ein Physikstudent einen Cocktail. Das Getränk wird in einem parabelförmigen Glas serviert ($y = ax^2$). Nachdem er ausgetrunken hat, fällt eine Olive (Masse m) ins Glas und beginnt reibungsfrei in x -Richtung hin- und herzuschwingen.

- a) Wie groß ist die potentielle Energie $U = U(x)$ der Olive?
- b) Berechnen Sie aus $U(x)$ die Rückstellkraft und leiten Sie die Differentialgleichung für die Bewegung der Olive in x -Richtung her.
- c) Mit welcher Kreisfrequenz ω schwingt die Olive im Glas?
- d) Wie lautet die Lösung der Differentialgleichung für die Anfangsbedingungen $x(0) = x_0$, $v(0) = 0$?

10. Kritische Dämpfung

- a) Betrachten Sie ein gedämpftes Masse-Feder Pendel, das der folgenden Bewegungsgleichung genügt: $m\ddot{x} + r\dot{x} + sx = 0$, wobei m die Masse sei, r die Dämpfungskonstante und s die Federkonstante. Verwenden Sie den Ansatz $x(t) = ce^{-pt}$ und bestimmen Sie p . Wie lautet die Bedingung für starke/schwache Dämpfung?
- b) Ein Eisenbahnpuffer am Ende des Gleises in einem Kopfbahnhof verhalte sich wie ein solches gedämpftes Masse-Feder Pendel. Die Federkonstante sei gegeben als $s = 11,25 \text{ kNm}^{-1}$ und die Dämpfungskonstante als $r = 30 \cdot 10^3 \text{ kgs}^{-1}$. Ein Eisenbahnwagen der Masse $20 \cdot 10^3 \text{ kg}$ kollidiere mit diesem Puffer mit einer Geschwindigkeit $v = 1 \text{ ms}^{-1}$. Bestimmen Sie die Art der Dämpfung des Systems.
- c) Im kritisch gedämpften Fall ist die allgemeine Lösung der Bewegungsgleichung gegeben als $x(t) = (C + Dt) \exp(-pt)$, wobei C und D Konstanten sind. Bestimmen Sie C und D mit Hilfe der Anfangsbedingungen aus (b). Wie weit wird der Puffer maximal zusammengedrückt? Welche Geschwindigkeit besitzt der Wagen, nachdem er zurückgestoßen wurde?