

Klassische Experimentalphysik I (Mechanik) (WS 16/17)

<http://ekpwww.physik.uni-karlsruhe.de/~rwolf/teaching/ws16-17-mechanik.html>

Übungsblatt 13

Name des Übungsgruppenleiters und Gruppenbuchstabe:

Namen der bearbeitenden Gruppe:

Aufgabe 46: Relaxationszeit

(8 Punkte)

Um die Ausflußgeschwindigkeit eines Gases aus einer Druckflasche zu messen befindet sich am Auslaßventil der Flasche eine Konstruktion mit einem Prandtl'schen Rohr, wie aus Aufgabe 45 (siehe Skizze). U_1 befindet sich unter Normbedingungen. Zum Zeitpunkt t_0 wird das Ventil der Druckflasche geöffnet. Nehmen Sie an dieser Vorgang könne durch eine Stufenfunktion beschrieben werden. Nehmen Sie weiter an, dass das Gas bei geöffnetem Ventil mit konstanter Geschwindigkeit $v = 1 \text{ m/s}$ ausströme. Der Druck werde durch die Steighöhe von Quecksilber in einem U-Rohr mit dem Durchmesser $d = 1 \text{ cm}$ (wie in der Skizze gezeigt) gemessen. Nehmen Sie an im U-Rohr befinden sich $V = 20 \text{ cm}^3$ Quecksilber. Das Quecksilber wird durch das anströmende Gas angehoben und in Schwingung versetzt, bevor sich ein neuer Gleichgewichtszustand einstellt. Die Dichte von Quecksilber beträgt $\rho_{Hg} = 13.5 \text{ g/cm}^3$. Verwenden Sie zur Abschätzung der inneren Reibung des Quecksilbers die effektive Viskosität $\eta = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m Pa s}$. Die Reibungskraft aufgrund der inneren Reibung der Flüssigkeit ist dann $F_R = -\eta \dot{h}$. Nehmen Sie für das Gas eine Dichte von $\rho_{Gas} = 2.7 \text{ g/cm}^3$ (wie z.B. für n-Butan) an und ignorieren Sie die Bewegung des Gases im U-Rohr.

a)

Bestimmen Sie auf welcher Höhe h_0 sich der neue Gleichgewichtszustand einstellt. Stellen Sie dann die Differential-Gleichung für die Änderung der Höhe h des Quecksilbers relativ zu diesem Gleichgewichtszustand im U-Rohr auf. Setzen Sie dafür den Ursprung Ihres Koordinatensystems auf den neuen Gleichgewichtszustand.

b)

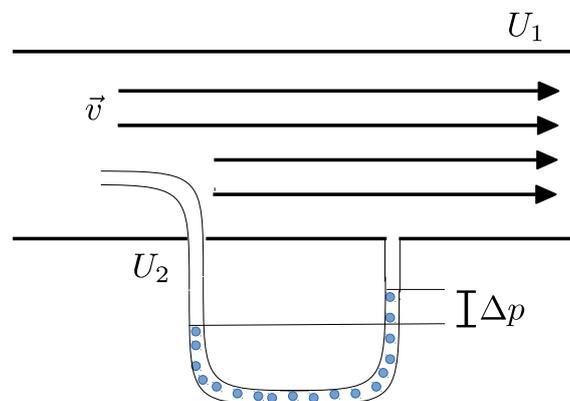
Bestimmen Sie aus einem geeigneten Ansatz für die Lösung dieser Differential-Gleichung die Kreisfrequenz ω , mit der die Quecksilbersäule schwingt. Wie unterscheidet sich ω von der Kreisfrequenz ω_0 des Systems ohne Berücksichtigung der Viskosität des Quecksilbers?

c)

Lösen Sie die Differential-Gleichung für die Randbedingung $h(t_0) = -h_0$ und $\dot{h}(t_0) = 0$.

d)

Nach welcher Relaxationszeit ist die Amplitude der Schwingung auf 10% ihrer ursprünglichen Amplitude abgefallen?



Prandtl'sches Rohr

Aufgabe 47: Erzwungene Schwingung

(6 Punkte)

Betrachten Sie die inhomogene Differential-Gleichung

$$m\ddot{x} + \eta\dot{x} + kx = F \sin(\omega t)$$

a)

Leiten Sie durch einen geeigneten Ansatz zur Lösung der Differential-Gleichung die Abhängigkeit der Amplitude A von der Kreisfrequenz ω der Erregerschwingung her. Diskutieren Sie den Verlauf dieser Abhängigkeit mit und ohne den dämpfenden Term $\eta\dot{x}$.

b)

Berechnen Sie die Phase der Schwingung relativ zur Erregerschwingung $F \sin(\omega t)$.

c)

Lösen Sie die Differential-Gleichung für die Randbedingung $x(t_0) = 0$ und $\dot{x}(t_0) = 0$.

Aufgabe 48: Physikalisches Pendel

(6 Punkte)

Das Pendel einer alten Wanduhr bestehe aus einem dünnen zylindrischen Stab der Länge $\ell = 1.5 \text{ m}$ und der Masse $m_\ell = 300 \text{ g}$ und einer Scheibe mit dem Radius $r_S = 0.1 \text{ m}$ und der Masse m_S (siehe Skizze).

a)

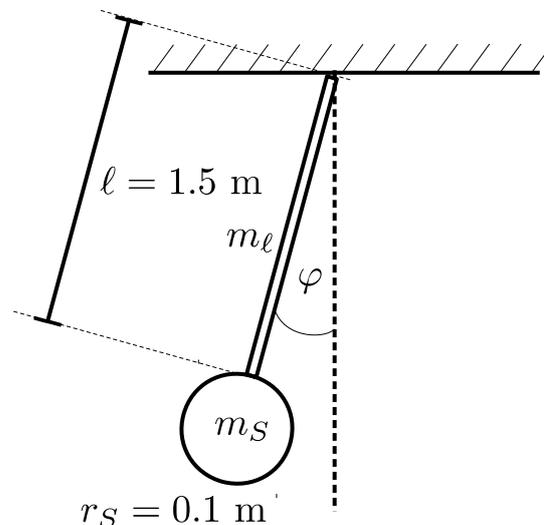
Berechnen Sie das Trägheitsmoment, I , des Pendels und das Drehmoment, M , das aufgrund der Gewichtskraft F_g auf das Pendel wirkt. In welche Richtung weist \vec{M} , wenn das Pendel von vorne betrachtet nach rechts (links) ausschwingt?

b)

Leiten Sie mit Hilfe der aus Teilaufgabe a) gewonnenen Information die Bewegungs-Gleichung des Pendels her.

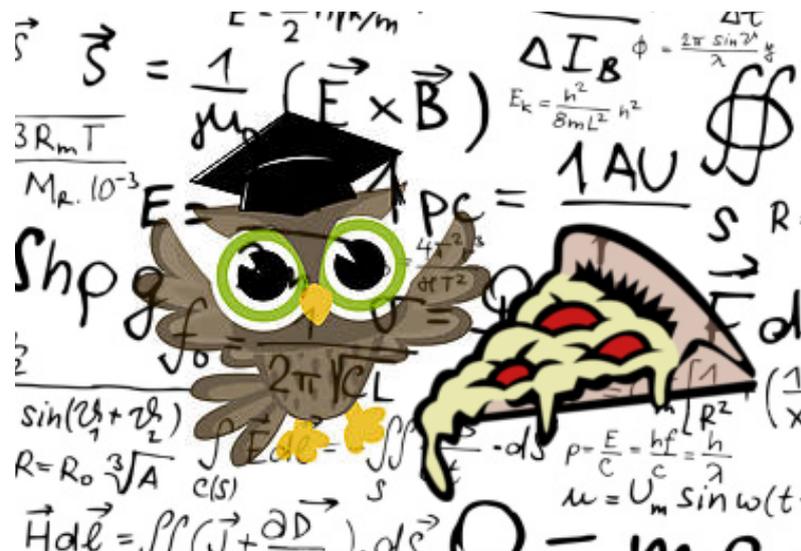
c)

Welche Masse muss die Scheibe haben, damit das Pendel in einer Sekunde eine halbe Schwingung vollzieht?



Aufgabe 49: Pizza-Essen

Bitte beachten Sie die folgende Skizze, die wir auf Anfragen der Fachschaft last minute mit in das Übungsblatt aufgenommen haben und befolgenden Sie die damit verbundene Aufforderung, wenn Sie das möchten. Die Bearbeitung dieser Aufgabe ist freiwillig. Sie geht nicht in die Bewertung zur Zulassung zur Klausur ein, es werden keine Bonuspunkte auf diese Aufgabe vergeben.



Geselliges, überraschend triviales Pizza-Essen nach der Theo A Klausur!

Beginn: 0.5h nach Klausurende am 21.02.

Weitere Infos auf der Homepage der Fachschaft