Universität Konstanz
Fachbereich Physik
Dr. Peter Keim

ÜbungsgruppenleiterInnen: Mathias Altenburg, Richard Rau, Dirk Ropers, Wolfgang Scheffer, Moritz Schlötter, Annika Schoe, Bernd Illing, Alexa Herter

Ausgabedatum: 22.01.2015
Besprechung: 29./30.01.2015

Übungen zu Experimentalphysik I für Biologinnen und Biologen

Blatt 12

Aufgabe 1: Rohrleitungssystem

Ein Rohrleitungssystem wird von einem grossen Wasserbecken gespeist, dessen Flüssigkeitsspiegel immer konstant bleibt. Die Rohre haben verschiedene Querschnitte ($A_1 = 10cm^2$ und $A_2 = 5cm^2$). Am Ende der Rohre befinden sich Ventile. Werden diese geöffnet fliesst das Wasser nach draussen. Die Rohre liegen $h_1 = 1m$ und $h_2 = 2m$ unter dem Wasserspiegel des Beckens.

a) Wie hoch sind die hydrostatischen Drücke p_1 und p_2 in den zwei Rohren bei geschlossenen Ventilen? (Dichte von Wasser $\rho = 1000kg/m^3$)
b) Wir öffnen die Ventile, sodass nun zusätzlich der dynamische Druck berücksichtigt werden muss. Überlegen Sie sich welche Drücke wo herrschen und fassen Sie diese in einer Formel zusammen (Tipp: Benutzen Sie das Bernoullisches Gesetz! Der dynamische Druck im Wasserbecken ist null dafür verschwindet der statische Druck hinter den Ventilen)!
c) Berechnen Sie daraus die Austrittsgeschwindigkeiten des Wassers an den Ventilen!
d) Berechnen Sie das Volumen des Wassers, das nach 10 Sekunden ausgeströmt ist!

Aufgabe 2: Hagen-Poiseuille

Zwei Druckbehälter sind mit einem Rohr der Länge $L = 10m$ und Radius $R = 10cm$ verbunden. Die Drücke der Behälter werden auf $p_1 = 500kPa$, $p_2 = 495kPa$ konstant gehalten und sind mit einer Flüssigkeit mit Viskosität $\eta = 0{,}1 Pa \cdot s$ gefüllt.

a) Der Flüssigkeitsstrom soll als laminar angenommen werden, sodass das Gesetz von Hagen-Poiseuille
$$\frac{dV}{dt} = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8 \eta L}$$
gilt. Berechnen Sie den Volumenstrom!
b) Der erste Druckbehälter fasst ein Volumen von $V_1 = 100m^3$ und soll komplett entleert werden. Berechnen Sie die dazu benötigte Zeit!
c) Wie hoch ist die mittlere Fliessgeschwindigkeit der Flüssigkeit im Rohr?
d) Um welchen Faktor ändert sich die mittlere Fliessgeschwindigkeit, wenn der Radius des Rohres halbiert wird?

Aufgabe 3: Federpendel

Die Schwingung eines ungedämpften Federpendels wird auch als harmonischer Oszillation bezeichnet, dessen Potential durch eine quadratische Parabel dargestellt wird: $V(x) = \frac{1}{2}kx^2$.
x beschreibt die Auslenkung des Pendels und k ist eine Konstante.

a) Wie lässt sich vom Potential $V(x)$ auf die Rückstellkraft $F(x)$ schliessen, wenn am Federpendel eine Masse m angehängt sein soll? Welches Gesetz, das Sie schon kennen, verbirgt sich hinter der Rückstellkraft und wie wird die Konstante k in diesem speziellen Fall des Federpendels noch bezeichnet?

b) Aus der Rückstellkraft lässt sich nun die Schwingungsgleichung für das Federpendel lösen zu $x(t) = \hat{x}\sin(\sqrt{k/m} \cdot t)$, wenn der Pendel zu Beginn der Schwingung ohne Auslenkung ist $x(t = 0) = 0$. Skizzieren Sie die zeitlichen Verläufe der Auslenkung, der Geschwindigkeit und der Beschleunigung!

c) Mit einem angehängten Gewicht von $m = 1kg$ messen Sie eine Periodendauer von $T = 2s$. Wie gross ist Ihre Federkonstante k?

d) Sie messen weiterhin eine maximale Auslenkung von $\hat{x} = 15cm$. Wie gross ist Ihre Auslenkung, Geschwindigkeit und Beschleunigung zum Zeitpunkt $t = 1{,}2s$?