Prof. Dr. L. Oberauer **15.01.2014**

Übungen zu Physik I für Geodäsie und Geoinformation

Wintersemester 2013/14

Blatt 11, Besprechung am 22.01.2014, 15:00 – 16:30, HS 0120

Aufgabe 1 Gedämpfte Schwingung

Eine Masse m ist über eine horizontale Feder (Federkonstante k) an der Wand befestigt. Auf die Masse wirkt eine geschwindigkeitsabhängige Reibungskraft $F_R = -bv$. Nach Auslenkung aus der Ruhelage führt die Masse eine gedämpfte harmonische Schwingung aus.

a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung der Masse m auf.

b) Zeigen Sie, dass $x = Ae^{-\alpha t} \cos \omega t$ eine Lösung der Differentialgleichung ist. Berechnen Sie die Kreisfrequenz ω und die Abklingkonstante α.

c) Vergleichen Sie die Ergebnisse aus b) mit einer ungedämpften Schwingung.

d) Betrachten Sie das schwingende System für die drei Fälle:
$b^2 >> 4mk$ (Kriechfall), $b^2 << 4mk$ (Schwingfall), $b^2 = 4mk$ (aperiod. Grenzfall).
Skizzieren Sie jeweils die Bewegung der Masse in Abhängigkeit von der Zeit.

Aufgabe 2 Schwebung

Durch Überlagerung der Töne zweier Stimmgabeln, von denen eine etwas verstimmt ist, entsteht eine Schwebung, deren Dauer gleich dem 50-fachen der Schwingungsdauer T_1 der ersten Stimmgabel ist. Mit welcher Frequenz f_2 schwingt die zweite Stimmgabel, wenn $f_1 = 440\,\text{Hz}$ beträgt?

Aufgabe 3 Resonanz

Auf einer Straße befinden sich im Abstand $l = 12\,\text{m}$ Bodenwellen der Tiefe $d = 5\,\text{cm}$, so dass ein darüber fahrendes Auto (Masse $m = 1000\,\text{kg}$, Federkonstante der Federung $k = 1.3 \cdot 10^5\,\text{N/m}$, Abklingkonstante der Stoßdämpfer $\delta = 1.4\,\text{s}^{-1}$) zu schwingen beginnt.

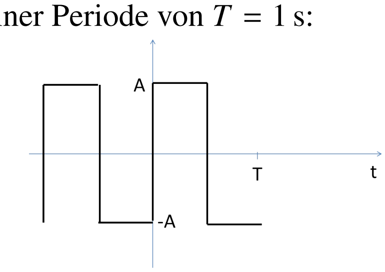
a) Bei welcher Geschwindigkeit sind die Schwingungen am größten (Resonanz)?

b) Wie groß kann die Schwingungsamplitude maximal werden?

Aufgabe 4 Fourier-Analyse

Gegeben sei ein rechteckförmiges periodisches Signal $f(t)$ mit einer Periode von $T = 1$ s:

$$f(t) = A \quad \text{für} \quad (n-1)T < t < (2n-1)\frac{T}{2}$$
$$f(t) = -A \quad \text{für} \quad (2n-1)\frac{T}{2} < t < nT$$



a) Berechnen Sie die Fourier-Koeffizienten der Rechteckschwingung, und geben Sie die Reihenentwicklung bis zum vierten nicht-verschwindenden Term an.

b) Skizzieren Sie das sich ergebende Spektrum für die ersten vier nicht-verschwindenden Terme der Fourier-Reihe, und vergleichen Sie es mit der Rechteckschwingung.
Tipp: mit dem Java-Applet auf www.falstad.com/fourier können sie die Fourier-Reihenentwicklung verschiedener periodischer Funktionen darstellen.