Prof. Dr. M. Horn-von Hoegen
Fakultät für Physik
Universität Duisburg-Essen

Übungen zu "Grundlagen der Physik Ia" **Blatt 11**

WS 2014/15

Abgabe bis 19. Januar 2014, 12:00 Uhr
Abgabebox im Kern MF, 2. Etage

Aufgabe 1

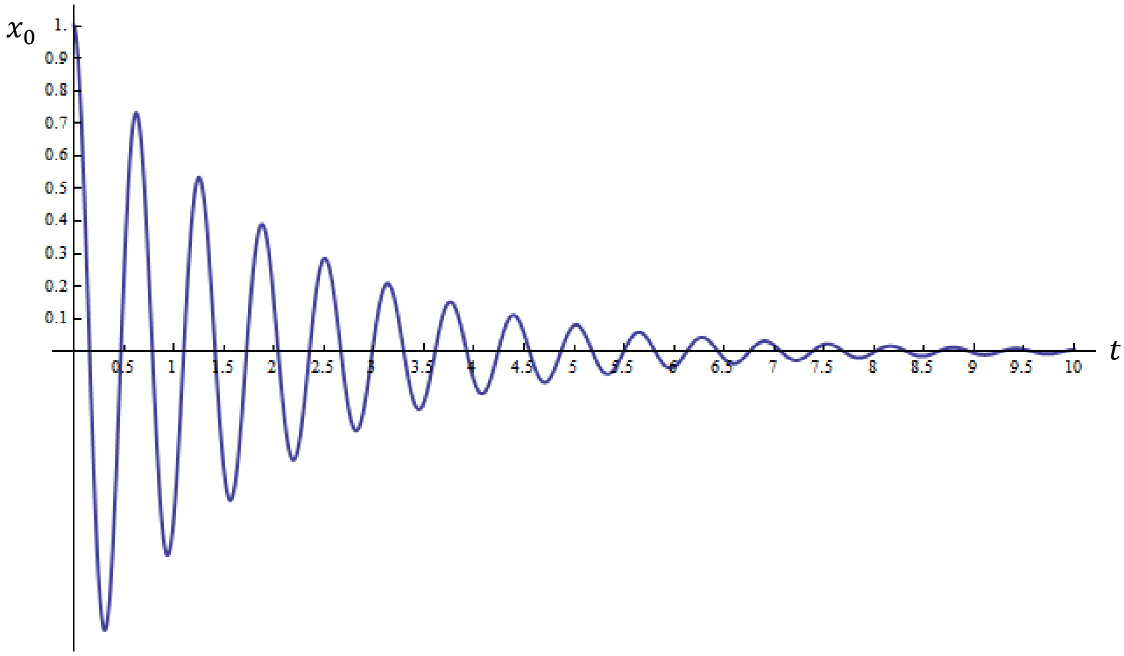
Ein gedämpftes Federpendel schwingt mit einer Periodendauer von $T = 1\ s$.

a) Nach 10 s ist die Amplitude der Schwingung auf die Hälfte des Anfangswertes abgeklungen. Berechnen Sie die Dämpfungskonstante γ, sowie die Kreisfrequenz ω_0 des ungedämpften Federpendels.

b) Wie groß müsste man die Dämpfungskonstante γ machen, damit das Pendel gerade nicht mehr schwingt? Nach welcher Zeit kehrt es dann bei verschwindender Anfangsgeschwindigkeit auf 1% der Anfangsauslenkung zurück?

Aufgabe 2

Ein gedämpfter harmonischer Oszillator zeigt folgendes Schwingungsverhalten:



a) Ermitteln Sie aus dem Graphen die Stärke der Dämpfung, sowie die Periodendauer und die Eigenfrequenz der Schwingung.

b) Nun wird der gedämpfte Oszillator extern angeregt. Plotten Sie mit den aus a) gewonnenen Größen die Stärke der Amplitude als Funktion der Anregefrequenz ω. Bestimmen sie die Halbwertsbreite der Resonanzkurve und die Güte des Oszillators. Beschriften Sie relevante Stellen im Graphen und zeichnen Sie ggf. die Größen aus a) ein.

Bitte wenden!

Aufgabe 3

Lösen Sie die Schwingungsgleichung $\ddot{\varphi} = -g/l \sin(\varphi)$ des mathematischen Pendels ohne Kleinwinkelnäherung auf numerische Weise. Verwenden Sie $\sqrt{g/l} = 1\, s^{-1}$. Gehen Sie bei der Lösung explizit iterativ vor und verwenden Sie sinnvoll gewählte kleine Zeitschritte $\Delta\, t$.

a) Stellen Sie den Winkel φ, die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\varphi}$ sowie die Winkelbeschleunigung $\ddot{\varphi}$ sowohl für die Kleinwinkelnäherung als auch die numerische Lösung für die Anfangsauslenkung $\varphi_{max} = \pi/2$ graphisch dar.

b) Stellen Sie für die numerische Lösung die Abweichung (Residuum) zu einer Cosinusfunktion graphisch dar.

c) Bestimmen Sie die Periodendauer T der numerischen Lösung als Funktion der Anfangsauslenkung φ_{max} für mindestens 5 Punkte und plotten Sie diese. Bestimmen Sie hieraus die Koeffizienten für die in der Vorlesung angegebene Näherungsformel $T_{max} = \sqrt{\frac{g}{l}}\, (1 + a\, \varphi_{max}^2 + b\, \varphi_{max}^4 + \ldots)$.