

Lösungsvorschlag - Klausur Experimentalphysik WS 08/09

Erik Hebestreit

26. Februar 2009

Aufgabe 2

Ausgangspunkt ist hier der Energieerhaltungssatz:

$$E_{pot} = E_{kin} + E_{Spann} \Rightarrow mgh = \frac{m}{2}v^2 + \frac{k}{2}z^2 \Rightarrow v(z) = \sqrt{2gh - \frac{k}{m}z^2}$$

Bei der maximalen Stauchung ist die kinetische Energie 0 (die Kugel ist im Umkehrpunkt in Ruhe). Deshalb muss nur die Nullstelle der gefundenen Funktion berechnet werden:

$$v(z_{max}) = 0 = \sqrt{2gh - \frac{k}{m}z_{max}^2} \Rightarrow 2gh = \frac{k}{m}z_{max}^2 \Rightarrow z_{max} = \sqrt{\frac{2ghm}{k}}$$

Aufgabe 3

Zwischen Drehmoment und Winkelbeschleunigung gilt die Beziehung:

$$M = J\alpha \Rightarrow \alpha = const.$$

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{t} = \frac{2\pi\Delta f}{t} = \frac{2\pi(-20)}{60s^2} = -2\frac{1}{s^2}$$

Für das bremsende Drehmoment ergibt sich dann:

$$M = J\alpha = 200 \text{ kg m}^2 (-2) \frac{1}{s^2} = -400 \text{ Nm}$$

Für den Winkel, der beim Bremsvorgang zurückgelegt wird gilt:

$$\varphi = \frac{\alpha}{2}t^2 = -3600^r \Rightarrow N = \frac{\varphi}{2\pi} = 600$$

Das Schwungrad macht also noch 600 Umdrehungen bis es zum Stillstand kommt.

Aufgabe 4

Die Schwingungsgleichung einer gedämpften Schwingung lautet allgemein

$$x(t) = x_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t)$$

mit $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$. Für die Schwingungsdauer T gilt

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}} = 2T_0$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \Rightarrow 2 \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}} \Rightarrow \frac{\omega_0^2}{4} = \omega_0^2 - \delta^2 \Rightarrow \delta = \sqrt{\frac{3}{4}} \omega_0$$

Nun zum logarithmischen Dekrement:

$$\Lambda = \ln \frac{x(t)}{x(t+T)} = \ln \frac{x_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t)}{x_0 e^{-\delta(t+T)} \sin(\omega(t+T))} = \ln \frac{1}{e^{-\delta T}} = \delta T = \frac{2\pi\delta}{\sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}} = 2\sqrt{3}\pi$$

Aus der Beziehung $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ wird deutlich, dass nur für $\omega_0 > \delta$ eine Schwingung zustande kommt (Schwingfall). Bei $\omega_0 > \delta$ liegt der Kriechfall vor (keine Schwingung, sondern nur einen einzigen Ausschlag). Den Fall $\omega_0 = \delta$ nennt man den aperiodischen Grenzfall. Bei der vorliegenden Schwingung gilt $\delta = \sqrt{\frac{3}{4}} \omega_0 < \omega_0$, es handelt sich also um den Schwingfall.

Aufgabe 5

Beim Einfüllen des Wassers in das Gefäß wirkt der normale Luftdruck auf das Wasser. Wird das Gefäß dann abgeschlossen und umgedreht, wirkt immer noch der Luftdruck, der aber vom Schweredruck des Wassers zum Teil aufgehoben wird. Auf die Luft im Glaskolben wirkt also der Druck:

$$p_{res} = p_0 - p_{schwere}$$

Für den Schweredruck gilt:

$$p_{schwere} = \rho_W g h = 2000 \frac{N}{m^2} = 2kPa$$

$$\Rightarrow p_{res} = 98kPa$$