

Aufgaben:

- (1) Untersuchen Sie die Dehnung zweier Schraubenfedern in Abhängigkeit von der Belastung. Stellen Sie die Messwerte in einem Diagramm dar, aus dem die beiden Federkonstanten ermittelt werden.
- (2) Bestimmen Sie die Federkonstanten für Reihen- und Parallelschaltung durch je eine Messung, sowie durch Rechnung.
- (3) Bestimmen Sie alle Federkonstanten (wie unter 1. und 2.) auch dynamisch mit jeweils zwei verschiedenen schwingenden Massen.

Grundlagen:

Die lineare Schwingung lässt sich realisieren durch die Schwingung einer Masse m , die an einer Schraubenfeder aufgehängt ist. Die Feder stellt dabei eine elastische Bindung an die Ruhelage dar. Die Bewegungsgleichung lautet:

$$m\ddot{x} = -Dx; \quad \text{oder} \quad \ddot{x} + \frac{D}{m}x = 0 \quad (1)$$

Dabei wird die Dämpfung vernachlässigt. Die Lösung hat die allgemeine Form:

$$x(t) = A \sin(\omega t + \delta) \quad (2)$$

Daraus folgt:

$$\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \sin(\omega t + \delta) \quad (3)$$

Werden (2) und (3) in (1) eingesetzt, so erhält man:

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}} = \frac{2\pi}{T}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$$

Dabei ist D die Richtgröße der elastischen Bindung (Federkonstante). Sie gibt das Verhältnis von Kraft F zur Auslenkung x an:

$$D = -\frac{F}{x}$$

Bei Parallelschaltung von Federn ergibt sich die resultierende Federkonstante als Summe der einzelnen Federkonstanten, bei Hintereinanderschaltung (Serienschaltung) erhält man den reziproken Wert der resultierenden Federkonstanten durch Addition aller reziproken Federkonstanten:

$$D_{\text{Parallel}} = \sum D_i \quad \frac{1}{D_{\text{Serie}}} = \sum \frac{1}{D_i}$$

Durchführung:

Zur Bestimmung der Schwingungsdauer T misst man die Zeit für etwa 30 Schwingungen. Die Ausschläge dürfen nur wenige cm betragen, damit das lineare Kraftgesetz (1) gültig ist.

Für die Masse m muss auch die Federmasse berücksichtigt werden. Dies geschieht, indem man zum angehängten Gewicht noch ein Drittel der Federmasse hinzuaddiert: $m_{\text{eff}} = m_{\text{Gewicht}} + m_{\text{Feder}} / 3$

(Die Federmassen betragen je 45 g; der Kamm wiegt 18,8 g)

Literatur:

Walcher, Praktikum der Physik, 2. 7. 3.

