Zusammenfassung

Schwingende Systeme

Schwingungsdauer T = Periode T

Frequenz f $\qquad f = \frac{1}{T}$

$[f] = 1\,\mathrm{Hz} = 1\,\mathrm{Hertz} = 1\,\frac{1}{\mathrm{s}}$

Fadenpendel bei kleiner Amplitude

früher $\qquad l = kT^2$

$k = 0.2484\ \mathrm{m/s^2}$

neu $\qquad T \approx 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Federpendel

Federgesetz $\qquad F_F = D \cdot s$

Rückstellende Kraft $\qquad F_{Res} = -\,D \cdot y$

Falls $y(0) = \hat{y}$, dann $\qquad y(t) = \hat{y} \cdot \cos(2\pi f \cdot t)$

Periode $\qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$

max. Geschwindigkeit $\qquad \hat{v} = 2\pi f \cdot \hat{y}$

max. Beschleunigung $\qquad \hat{a} = (2\pi f)^2 \cdot \hat{y}$

Harmonische Schwingungen

So heissen Schwingungen, die mit der Projektion einer Kreisbewegung übereinstimmen.

Man bestimme die resultierende Kraft F_{Res} als Funktion von y. Ist F_{Res} der Elongation y entgegengesetzt gerichtet und proportional dazu (die Proportionalitätskonstante k wird durch das konkrete System bestimmt), also

$$F_{Res} = -\,k \cdot y,$$

so handelt es sich um eine harmonische Schwingung. *y(t)* ist eine sin– oder cos–Kurve, je nach Anfangsbedingung.

z.B. $y(0) = 0$, dann $\qquad y(t) = \hat{y} \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$

v(t) und *a(t)* erhält man durch Ableiten nach *t*

$$v(t) = y'(t) \qquad a(t) = v'(t) = y''(t)$$

z.B. $\quad v(t) = 2\pi f \cdot \hat{y} \cdot \cos(2\pi f \cdot t)$

z.B. $\quad a(t) = -\,(2\pi f)^2 \cdot \hat{y} \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$

$$\hat{v} = 2\pi f \cdot \hat{y} \qquad \hat{a} = (2\pi f)^2 \cdot \hat{y}$$

Aus dem Ansatz für *y(t)* und der Differentialgleichung $m \cdot y'' = -\,k \cdot y$ folgt für *f*, resp. *T*:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Schwingkreis

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \qquad f = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Fortlaufende Wellen

Wellengeschwindigkeit $\qquad c = \lambda \cdot f$

Am festen (freien) Ende wird ein Wellenberg als Wellental (Wellenberg) reflektiert.

Dopplereffekt von Beobachter B und Schallquelle Q

B bewegt sich mit v_B in Richtung Q, Q ruht:

$$f_B = f_Q \cdot \left(1 + \frac{v_B}{c}\right)$$

Q bewegt sich mit v_Q in Richtung B, B ruht:

$$f_B = f_Q \frac{1}{1 - \frac{v_Q}{c}}$$

kombinierter Dopplereffekt $\qquad f_B = f_Q \cdot \frac{c \pm v_B}{c \mp v_Q}$

(das obere Vorzeichen gilt bei Annäherung)

Schwebungsfrequenz $\qquad f_S = |f_2 - f_1|$

Stehende Wellen

Eigenfrequenzen bei

2 festen oder 2 freien Enden $\qquad f_n = n \cdot \frac{c}{2l}$

1 festen und 1 freien Ende $\qquad f_n = (2n - 1) \cdot \frac{c}{4l}$

Intervall $\qquad i = \frac{f_1}{f_2}$

Satz von Fourier

Jede Welle (Schwingung) lässt sich in eindeutiger Weise in harmonische Wellen (Schwingungen) zerlegen.

Ebene Wellen

Die Ausbreitung der Wellen erfolgt senkrecht zu den Wellenfronten mit der Wellengeschwindigkeit *c*.

Huygensches Prinzip: Jeder Punkt, der von einer Welle getroffen wird, kann als Ausgangspunkt einer Elementarwelle angesehen werden. Durch das Zusammenwirken vieler Elementarwellen entsteht eine neue Wellenfront, die man geometrisch als Einhüllende der Elementarwellen konstruieren kann.

Reflexion von Wellen: Einfallswinkel = Ausfallswinkel

Brechung von Wellen: Beim Übergang einer Welle in ein Medium mit geringerer Wellengeschwindigkeit, wird die Welle zum Lot hin gebrochen.

Brechungsindex n, $c_1 > c_2$ $\qquad n = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}$