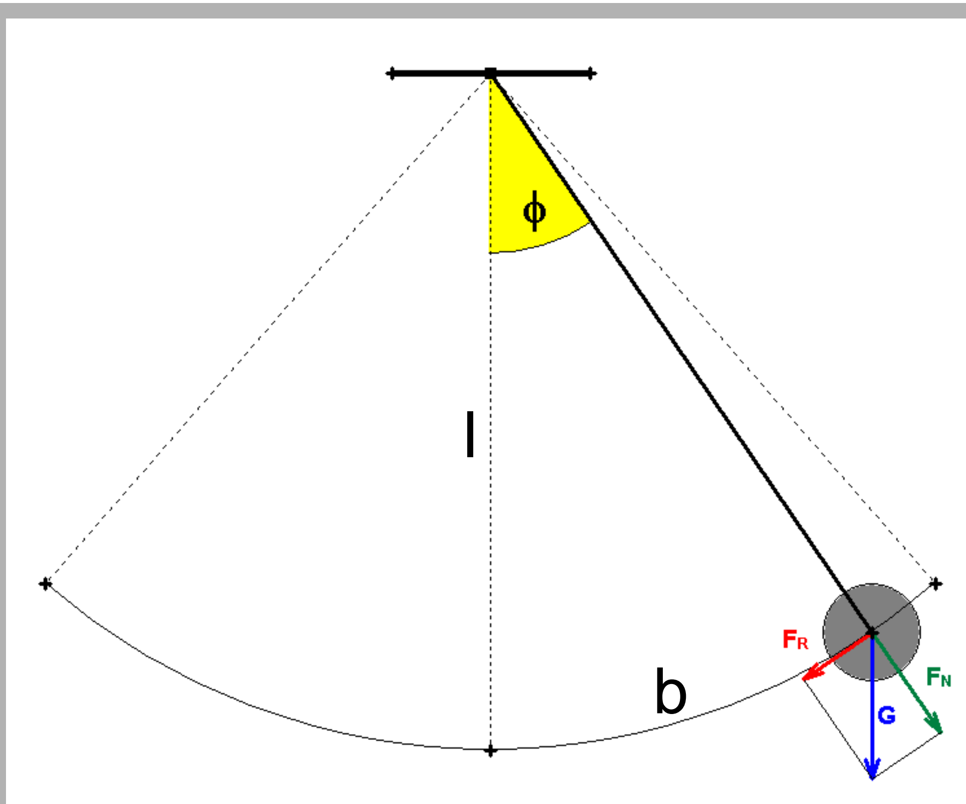
Schwingung eines Fadenpendels

$$F_R = G \cdot \sin\phi$$

$$F_R = G \cdot \sin\frac{b}{l}$$

$\Rightarrow$ nicht linear



Für $x \ll 1$ gilt

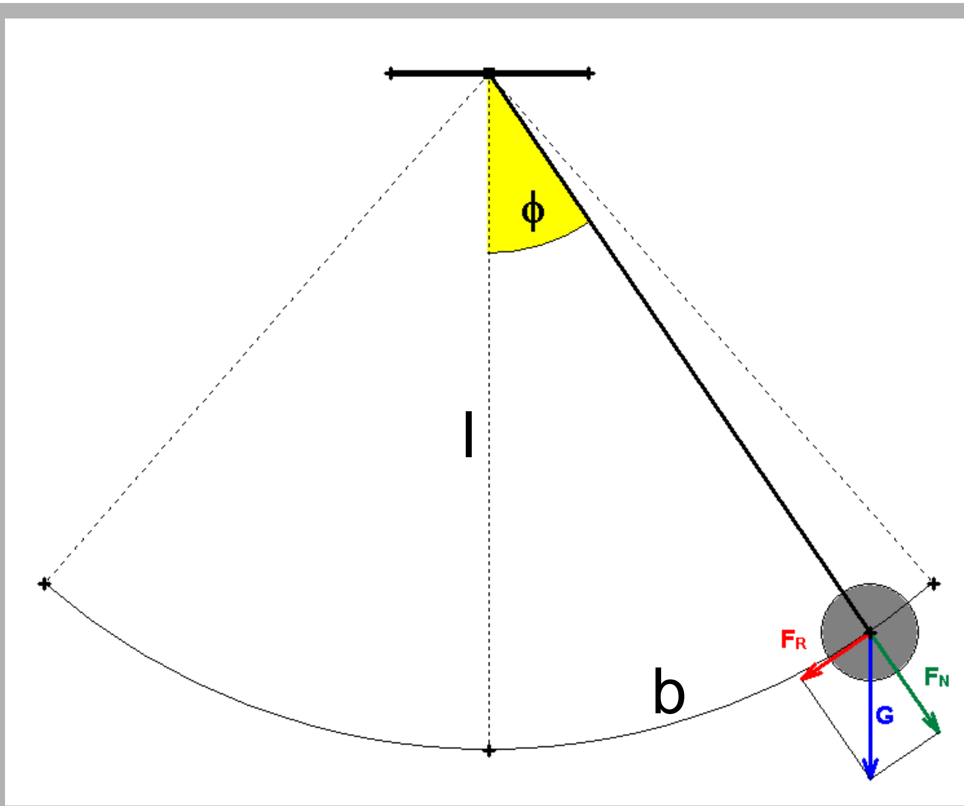
$\sin x \approx x$

Bogenmaß!!

$$F_R = -G \cdot \frac{b}{l} = -\frac{G}{l} \cdot b \qquad \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{D}{m}} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{l \cdot m}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Schwingung eines Fadenpendels

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$



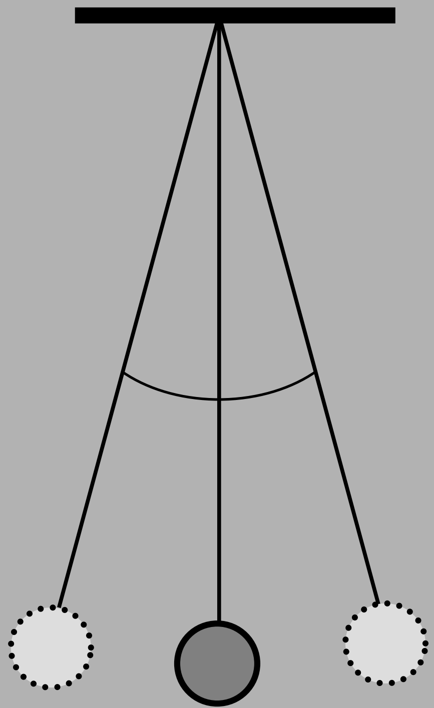
Für ein Fadenpendel ohne Reibung ist bei kleiner Auslenkung :

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Schwingung eines Fadenpendels

Für ein Fadenpendel ohne Reibung ist bei

kleiner Auslenkung : $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$



$l = 1{,}5\,\mathrm{m}$

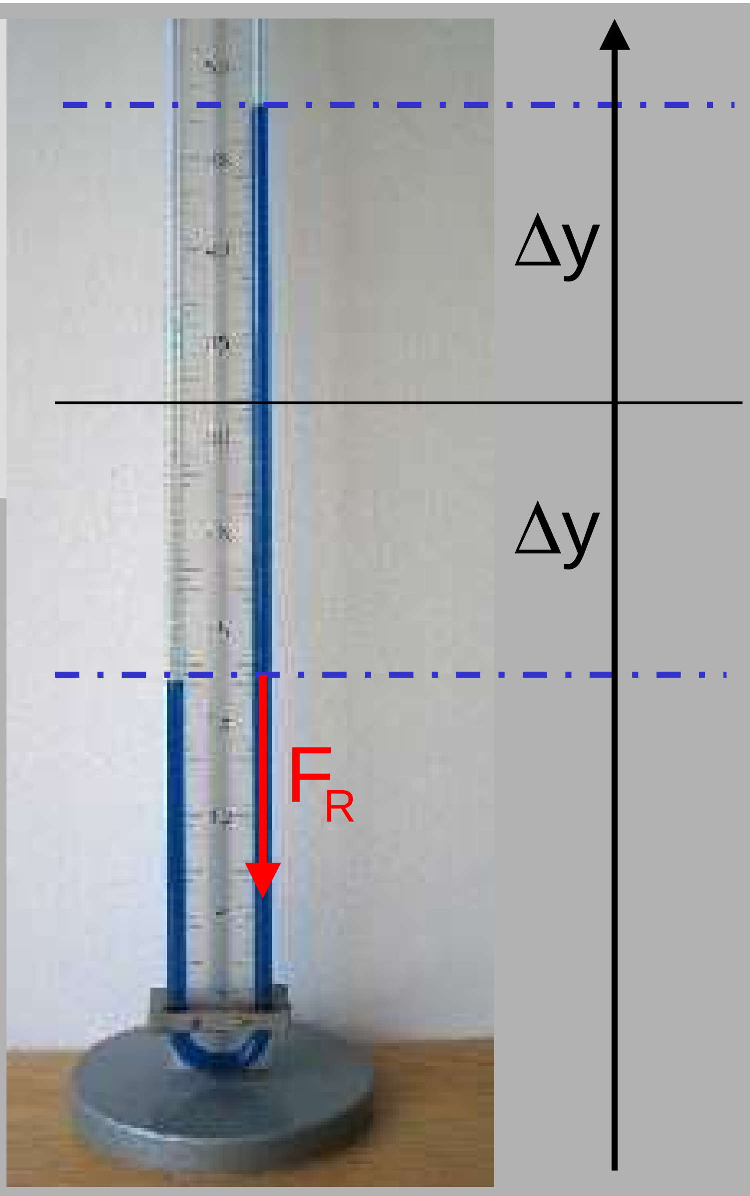
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1{,}5}{9{,}81}}\,\mathrm{s} \approx 2{,}46\,\mathrm{s}$$

Schwingung einer Flüssigkeitssäule im U-Rohr

In einem U-Rohr mit konstantem Querschnitt A befindet sich eine Flüssigkeitssäule der Gesamtlänge l. Wenn man kurz in ein Rohrende bläst, so beginnt sie zu schwingen.

Die Rückstellkraft F_R ist gleich der Gewichtskraft , die die Säule mit der Höhe $h = 2 \cdot \Delta y$ auf die gesamte Flüssigkeitssäule mit der Länge L ausübt:

$$F_R = -m \cdot g = -\rho \cdot (A \cdot 2\Delta y) \cdot g$$
$$= -(\rho \cdot A \cdot g) \cdot 2\Delta y = -D \cdot s$$



Schwingung einer Flüssigkeitssäule im U-Rohr

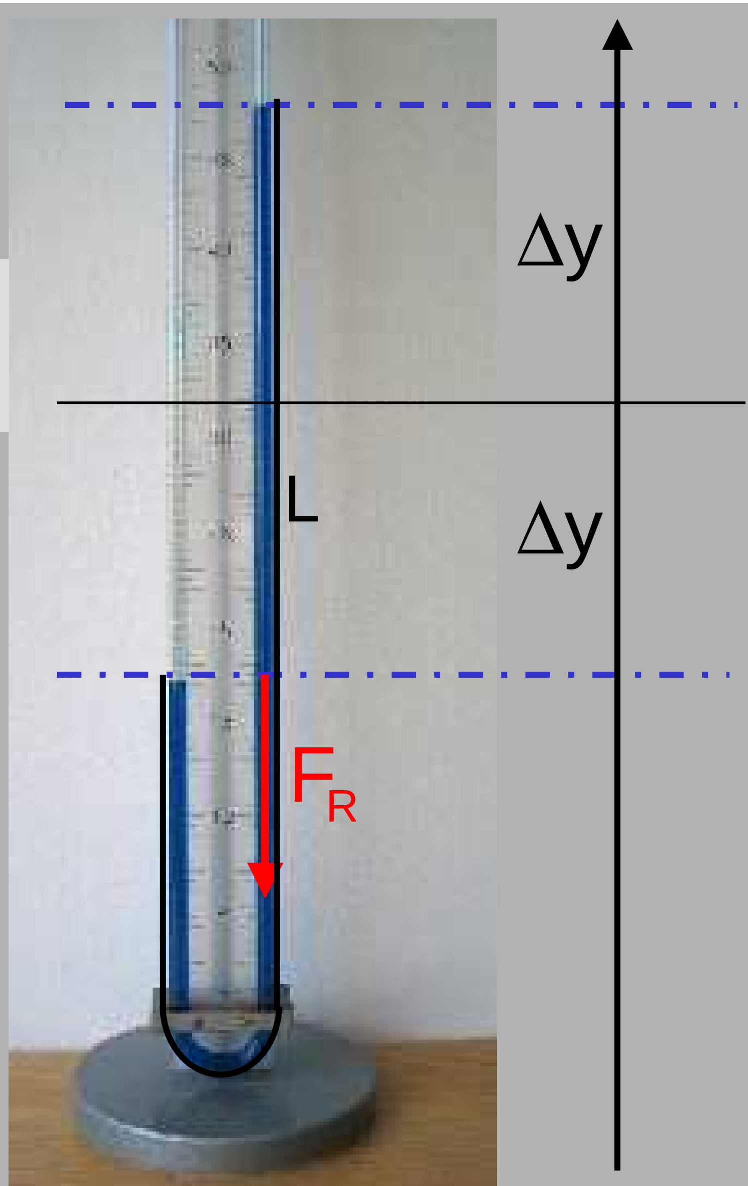
$$F_R = -m \cdot g = -\rho \cdot (A \cdot 2\Delta y) \cdot g$$
$$= -(2 \cdot A \cdot \rho \cdot g) \cdot \Delta y = -D \cdot s$$

Die Schwingung ist harmonisch mit

$$D = 2 \cdot A \cdot \rho \cdot g$$

$$\omega^2 = \frac{D}{m} = \frac{2A\frac{m}{V}g}{m} = 2\frac{g}{L}$$

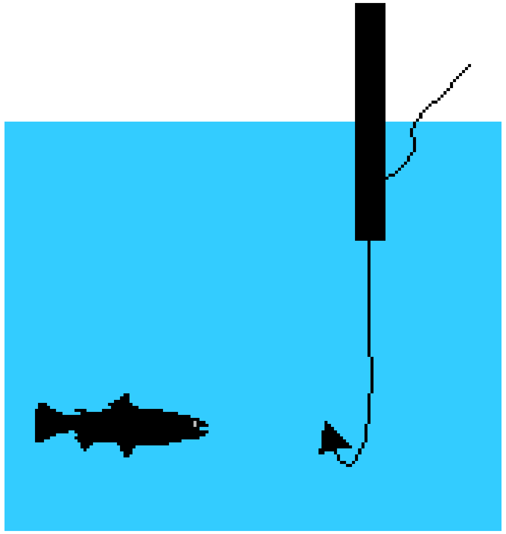
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{2g}{L}}} = 2\pi\sqrt{\frac{2L}{g}}$$



Aufgabe: Schwimmer an der Angel

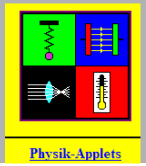
Der Schwimmer an einer Angel schwebt im Wasser (Gewichts- und Auftriebskraft heben sich auf).

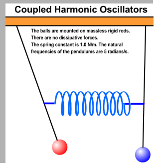
http://leifi.physik.uni-muenchen.de



Die Masse des Schwimmers beträgt $m = 4$ g, seine Querschnittsfläche $A = 0{,}80\ \text{cm}^2$ und seine Länge $l = 10$ cm, von der 5,0 cm eingetaucht sind. Die Dichte von Wasser ist $\rho_w = 1{,}0 \cdot 10^3\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

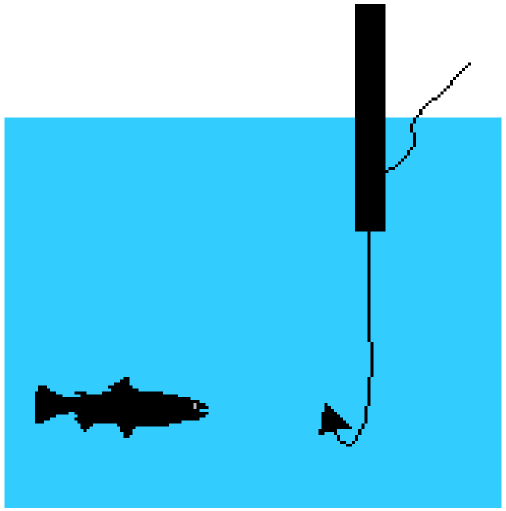
Ein Fisch zieht am Schwimmer 3,0 cm senkrecht nach unten und lässt dann aber wieder los.





Aufgabe: Schwimmer an der Angel

http://leifi.physik.uni-muenchen.de



a) Zeige, dass der Schwimmer nach dem Loslassen (bei Vernachlässigung der Reibung) harmonisch schwingt.

b) Berechne die Schwingungsdauer T

c) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich der Schwimmer durch die Gleichgewichtslage?

d) Ändert sich die Schwingungsdauer, wenn

e) der Schwimmer nur 1,0 cm nach unten gezogen wird? Begründung!

→ Nach dem Archimedischen Prinzip gilt: $F = - m_W \cdot g$; $F = - A \cdot s \cdot \rho_W \cdot g$;

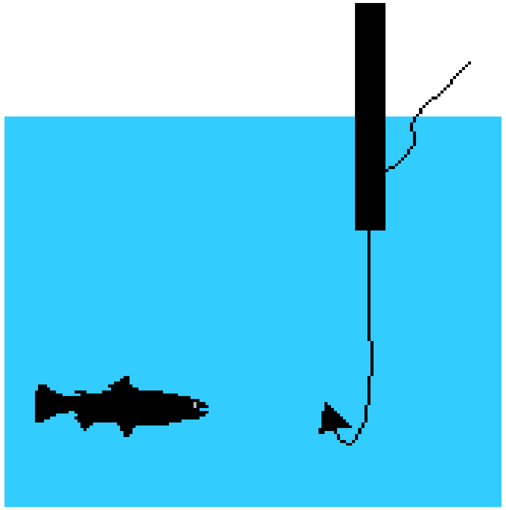
→ $F \sim s$ d.h. es liegt ein lineares Kraftgesetz mit der Richtgröße $D = A \cdot \rho_W \cdot g$ vor

→ harmonische Schwingung

Aufgabe: Schwimmer an der Angel

http://leifi.physik.uni-muenchen.de

$$D = A \cdot \rho_w \cdot g$$



$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} \Rightarrow T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{A \cdot \rho_w \cdot g}}$$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{0{,}004}{0{,}80 \cdot 10^{-4} \cdot 1{,}0 \cdot 10^{3} \cdot 9{,}81}} \sqrt{\frac{kg}{m^2 \cdot \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{m}{s^2}}} = 0{,}45s$$

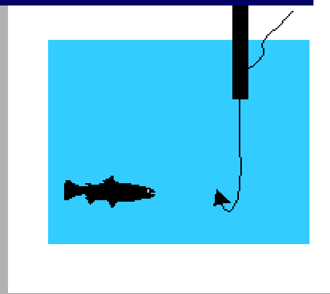
$$y(t) = -A \cdot \cos(\omega t) = -0{,}03 \cdot \cos(\frac{2\pi}{0{,}45} \cdot t)$$

$$v(t) = \dot{y}(t) = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t) = -0{,}03 \cdot \frac{2\pi}{0{,}45} \cdot \cos(\frac{2\pi}{0{,}45} \cdot t)$$

$$v(\frac{T}{4}) = \dot{y}(\frac{T}{4}) = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot \frac{T}{4}) = -0{,}03 \cdot \frac{2\pi}{0{,}45} \cdot \cos(\frac{2\pi}{0{,}45} \cdot \frac{0{,}45}{4})$$

Aufgabe: Schwimmer an der Angel

http://leifi.physik.uni-muenchen.de



$$D = A \cdot \rho_w \cdot g$$

$$y(t) = -A \cdot \cos(\omega t) = -0{,}03 \cdot \cos(\frac{2\pi}{0{,}45} \cdot t)$$

$$v(t) = \dot{y}(t) = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t) = -0{,}03 \cdot \frac{2\pi}{0{,}45} \cdot \cos(\frac{2\pi}{0{,}45} \cdot t)$$

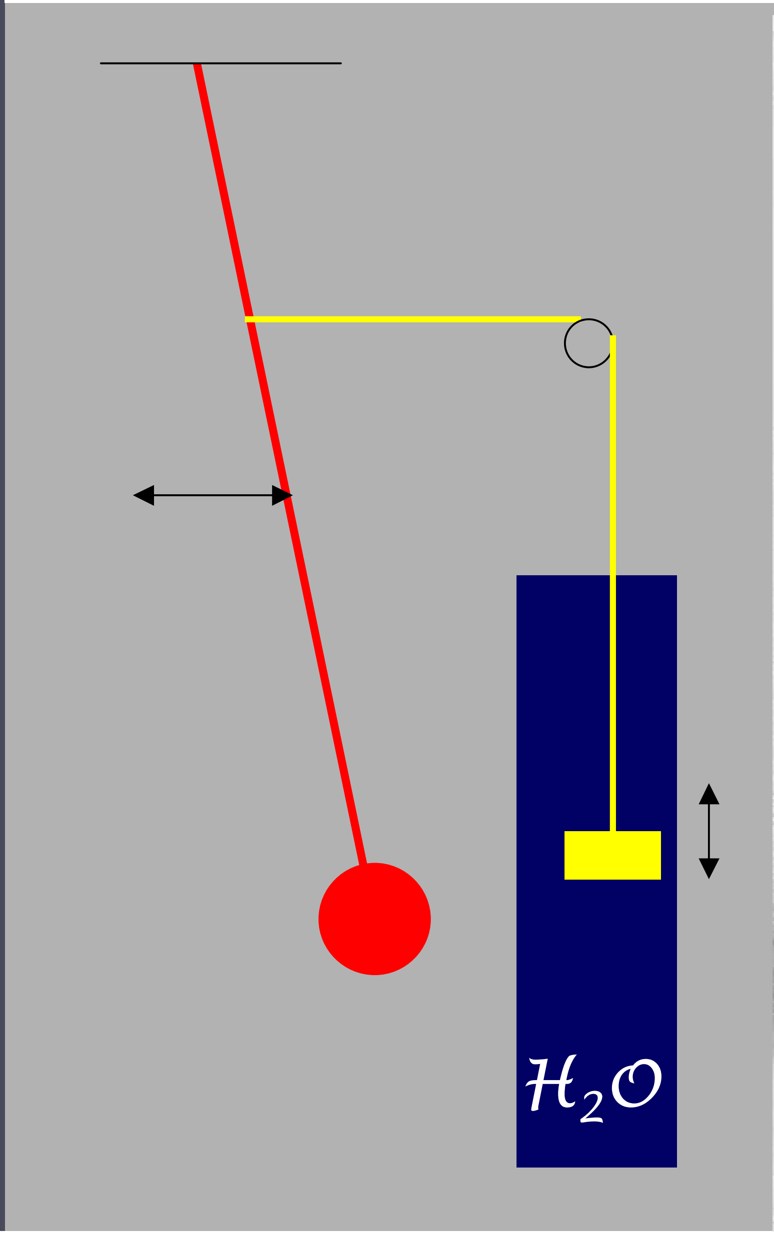
$$v(\frac{T}{4}) = \dot{y}(\frac{T}{4}) = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot \frac{T}{4}) = -0{,}03 \cdot \frac{2\pi}{0{,}45} \cdot \cos(\frac{2\pi}{0{,}45} \cdot \frac{0{,}45}{4})$$

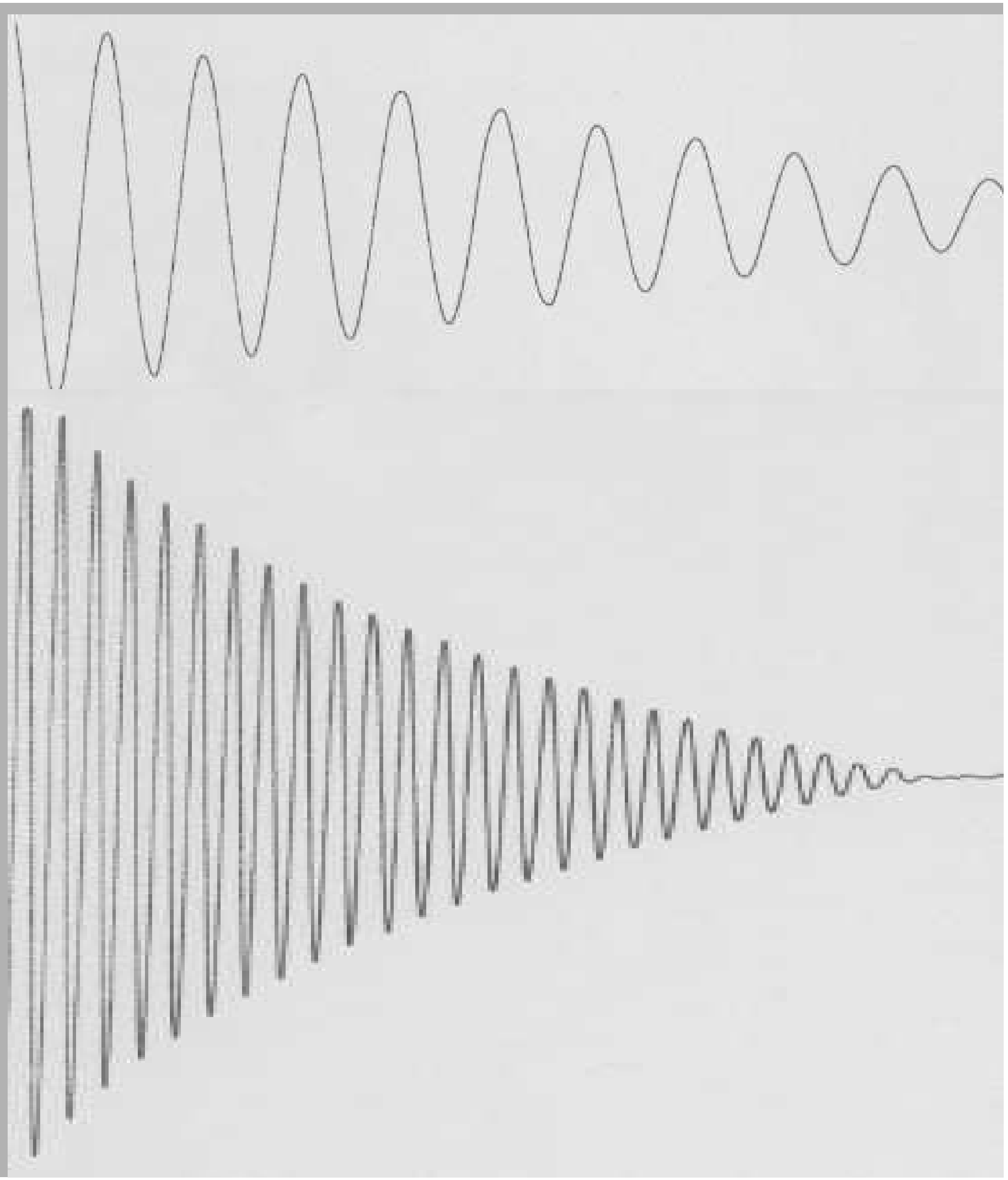
$$v(\frac{T}{4}) = -0{,}03 \cdot \frac{2\pi}{0{,}45} \cdot \cos(\frac{\pi}{2})$$

$$= 0{,}03 \cdot \frac{2\pi}{0{,}45}(-1) \approx 0{,}42$$

$$v(\frac{T}{4}) \approx 0{,}42 \frac{m}{s}$$

gedämpfte Schwingungen

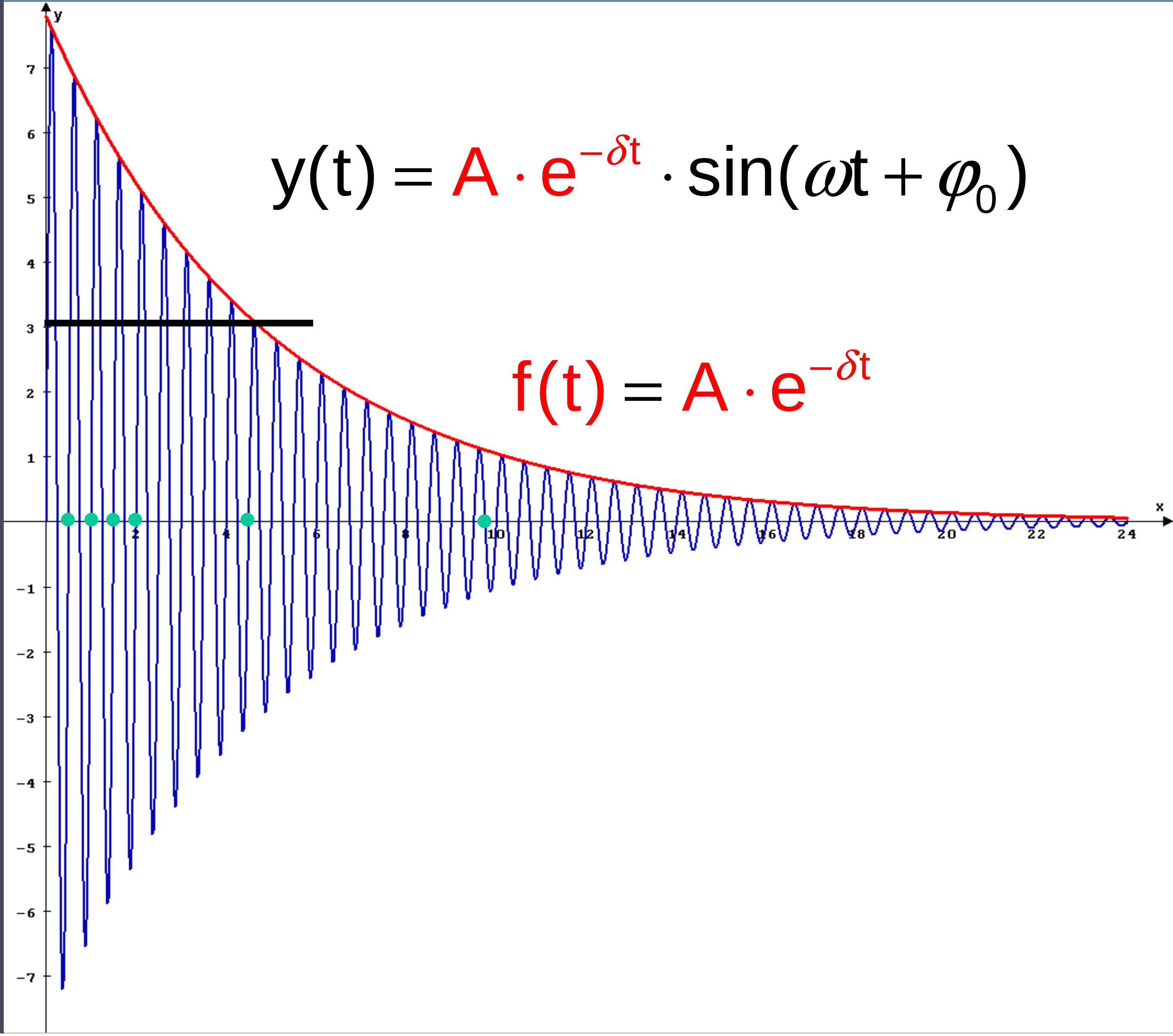




gedämpfte Schwingungen

$$y(t) = A \cdot e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$f(t) = A \cdot e^{-\delta t}$$



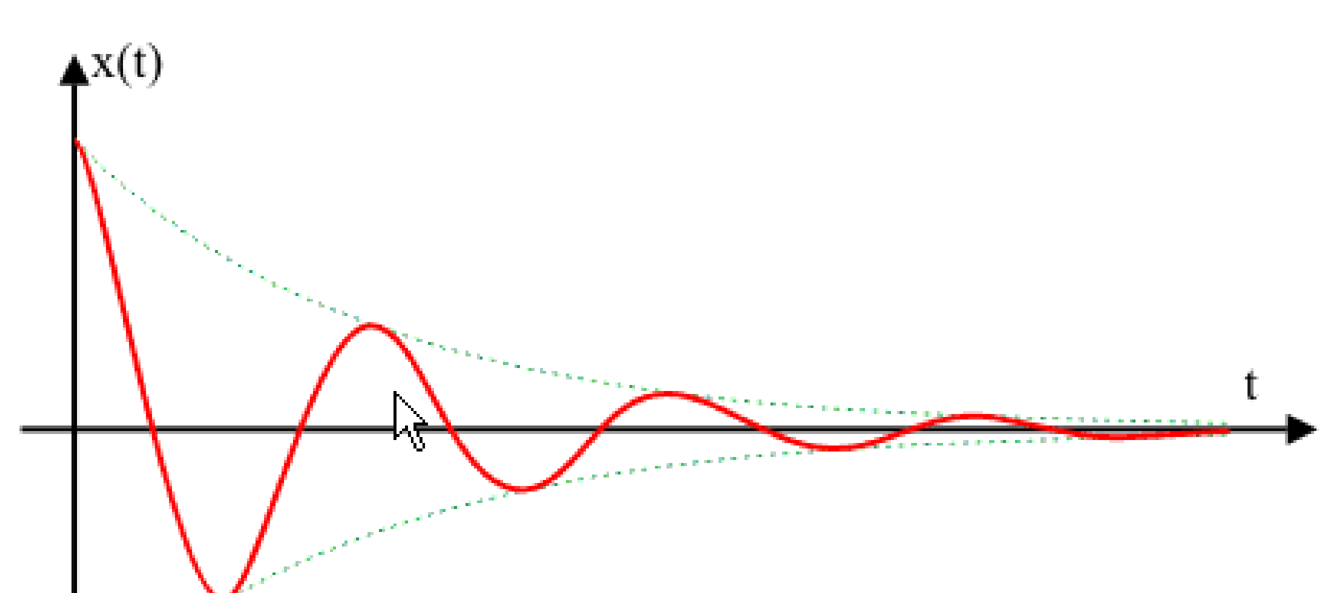
T=2s

A=7,8

Gedämpfte Schwingungen

Die Reibungskraft ist proportional zur Geschwindigkeit.

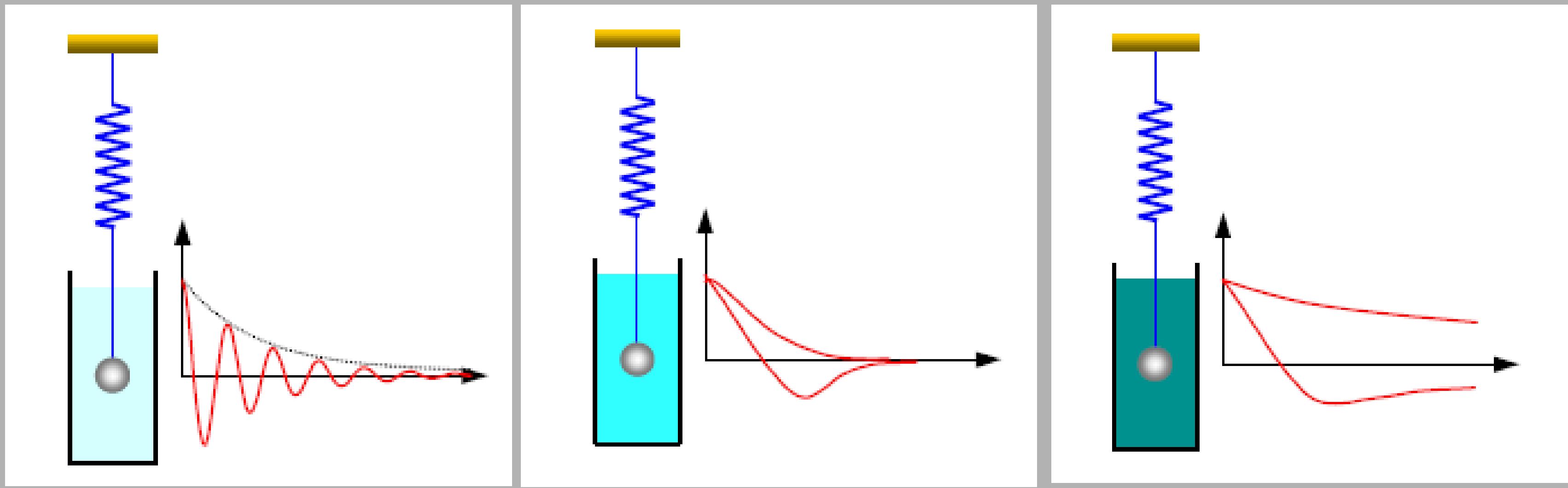
$$m \cdot a(t) = -D \cdot x(t) - k \cdot v(t) \quad \Rightarrow \quad m \cdot a(t) + k \cdot v(t) + D \cdot x(t) = 0$$



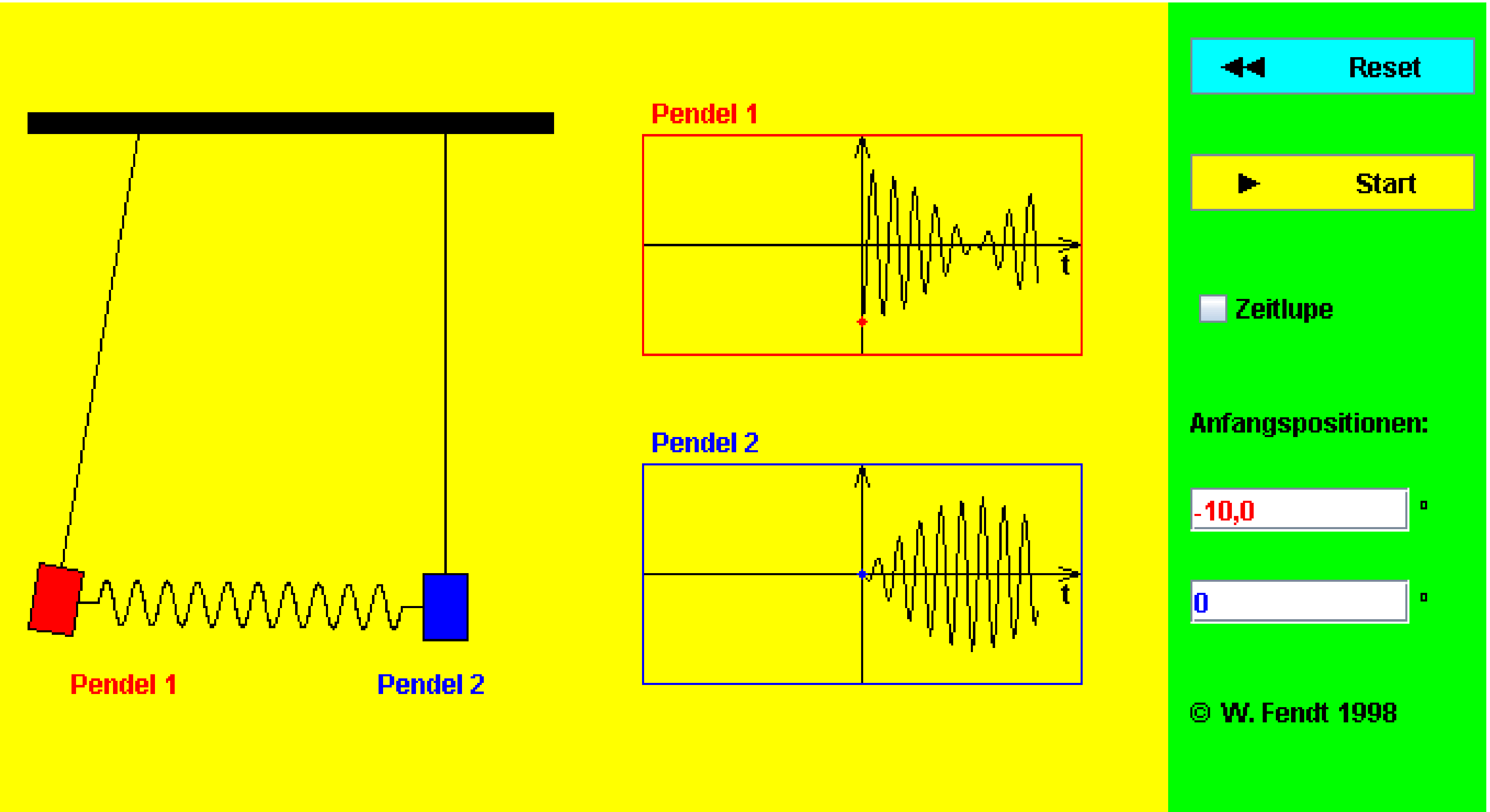
$$m \cdot \ddot{x}(t) + k \cdot \dot{x}(t) + D \cdot x(t) = 0 \qquad (1)$$

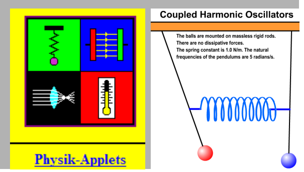
$$x(t) = A \cdot e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

gedämpfte Schwingungen



gekoppelte Pendel





Erzwungene Schwingungen