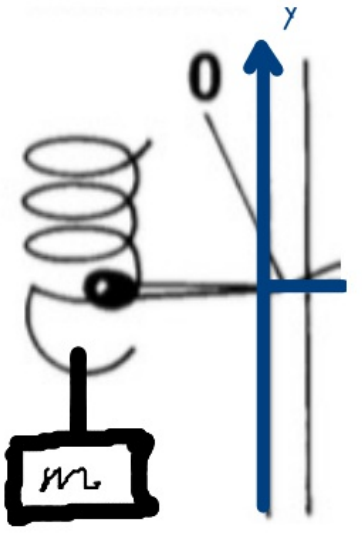
EF Ph G1 2016/17

Schwingung einer Schraubenfeder



- Bestimme experimentell die Schwingungsdauer T und notiere dir D und m (für später). (Bitte D schnell noch einmal bestimmen: $D = -\frac{F_y}{y}$)
- Simuliere die Schwingung mit einem Modell, indem du dein Programm zur Simulation des freien Falls abwandelst. Bedenke folgendes:

$$F = m \cdot a = -F_G + F_R = -mg - D \cdot y$$

Startwert $y_0 \approx -0{,}1\ m$

$m = (s.o.)$

$D = (s.o.)$

$\Rightarrow$ $y(t)$ - Graph $\Rightarrow$ T $(= T_{exp.}???)$

Ableitungen

$f(x) = x^2 \Rightarrow f'(x) = 2x \Rightarrow f'' = 2$

In der Physik: Ableitung nach t, z.B. $v = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$

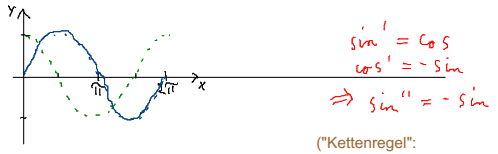
$\Rightarrow a = \frac{dv}{dt} = \dot{v} = \ddot{s}$ $\left[\frac{ds}{dt} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \right]$

Bsp:

$s(t) = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow v = \dot{s} = \frac{1}{2} a \, 2t = at \Rightarrow \ddot{s} = \dot{v} = a$

Schraubenfeder:

$m a = F = -D y \iff a = -\frac{D}{m} \cdot y = \ddot{y}$

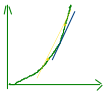


$\sin' = \cos$

$\cos' = -\sin$

$\Rightarrow \sin'' = -\sin$

Ableitung = Steigung



("Kettenregel":
innere Ableitung mal äußere Ableitung)

$[\sin(2 \cdot x)]' = 2 \cdot \cos(2x)$

$[\sin(2x)]'' = -4 \cdot \sin(2x)$

Wie sieht eine Funktion y aus, deren 2. Ableitung nach der Zeit -D/m · y ist?

(Intuition ist das durch Fantasie, Kenntnisse und Erfahrungen geleitete Raten.)

Trial & Error:

$y = \frac{-D}{m} \sin(t) \Rightarrow \dot{y} = -\frac{D}{m} \cos(t)$

$\Rightarrow \ddot{y} = +\frac{D}{m} \sin(t) = -y$

$y = \frac{D}{m} \sin(t) \Rightarrow \dot{y} = \frac{D}{m} \cos(t) \Rightarrow \ddot{y} = -\frac{D}{m} \sin(t) = -y$

$y = \sin(\omega \cdot t)$ $\left[\omega = \text{kleines } \Omega\right]$

$\Rightarrow \dot{y} = \cos(\omega \cdot t) \cdot \omega$

$\Rightarrow \ddot{y} = -\sin(\omega t) \cdot \omega^2 = -\omega^2 \cdot \sin(\omega t)$

$= -\omega^2 \cdot y$

Schraubenfeder:

$m a = F = -D y \iff a = -\frac{D}{m} \cdot y = \ddot{y}$

$\Rightarrow$ mit $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$ wird die DGl gelöst:

$y = \sin(\sqrt{\frac{D}{m}} t) \Rightarrow \dot{y} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cos(\sqrt{\frac{D}{m}} \cdot t) \Rightarrow \ddot{y} = -\frac{D}{m} \sin(\sqrt{\frac{D}{m}} t)$

$= -\frac{D}{m} \cdot y$

Im Exp.: $y = -y_0 \cdot \cos(\omega t)$

$\Rightarrow \dot{y} = +y_0 \omega \sin(\omega t) \Rightarrow \ddot{y} = y_0 \omega^2 \cos(\omega t)$

$= -\omega^2 \cdot y$

$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$: $[\omega] = \left[\sqrt{\frac{D}{m}}\right] = \sqrt{\frac{N}{m \, kg}}$ $[D] = \left[\frac{F}{y}\right]$

$= \sqrt{\frac{kg \, m}{s^2 \, m \, kg}} = \sqrt{\frac{1}{s^2}} = \frac{1}{s}$

3 Arten der Periodendauerbestimmung beim Federpendel

Leite die Formel für die Schwingungsdauer her:

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

1. Berechne mit ihrer Hilfe T der Schwingung, die du vor einigen Stunden experimentell untersucht hast.

2. Welche Schwingungsdauer hast du damals gemessen?

3. Welche Schwingungsdauer liest du in deinem Computermodell ab?