

Bogenlänge

$$s = l \cdot \theta$$

$$l = \text{const}$$

$$\dot{s} = l \cdot \dot{\theta}$$

$$\ddot{s} = l \cdot \ddot{\theta}$$

Beschleunigung entlang Bogen

$$m \ddot{s} = -k_n \dot{s} - mg \sin \theta$$

$$m l \ddot{\theta} = -k_n l \dot{\theta} - mg \sin \theta$$

mit $\tau = k_n / m$ folgt

$$\ddot{\theta} + \tau \dot{\theta} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

deswegen nichtlinear!

diese Dgl. lässt sich nicht explizit lösen

numerische Computer-Integration \rightarrow Näherungslösungdazu Startwerte θ_0 und $\dot{\theta}_0$ benötigt

wir wollen aber nicht wissen, wann das Pendel in welcher Lage ist (Kurzfristprognose),

sondern nur, ob es einen langfristigen Gleichgewichtszustand gibt und wie dieser aussieht

Stabilitätsfrage

„Einsicht“ in qualitatives Verhalten

Neue Formulierung mit $x_1 = \theta$, $x_2 = \dot{\theta}$

$$\dot{x}_1 = x_2$$

$$\dot{x}_2 = -\tau x_2 - \frac{g}{l} \sin x_1$$

} zwei gekoppelte
Dgl. 1. Ordnung