Engaging Physics Tutoring

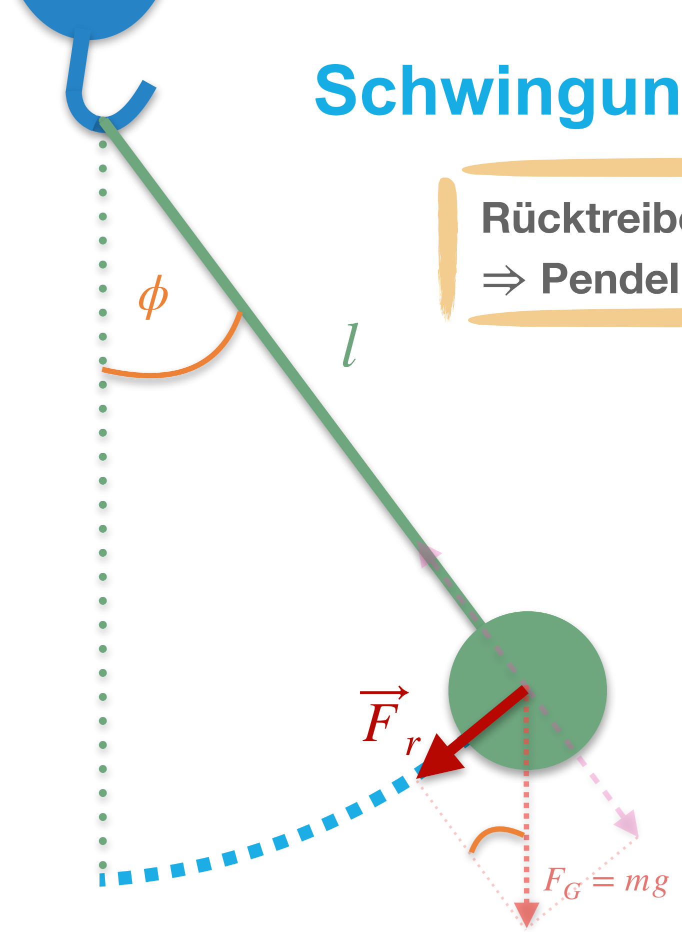
Lektion 9

Federkraft
Schwingungen

Konzepte + Tricks

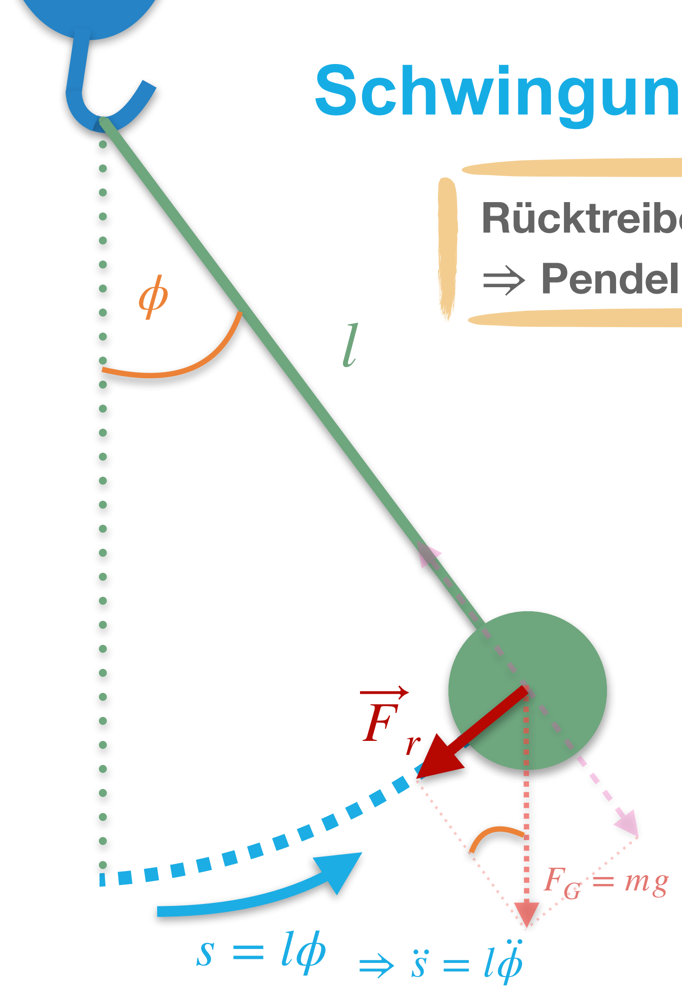
ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Schwingung eines Fadenpendels



Rücktreibende Kraft beschleunigt immer in Richtung Ruhelage.
$\Rightarrow$ Pendel schwingt hin und her

Schwingung eines Fadenpendels



Rücktreibende Kraft beschleunigt immer in Richtung Ruhelage.
$\Rightarrow$ Pendel schwingt hin und her

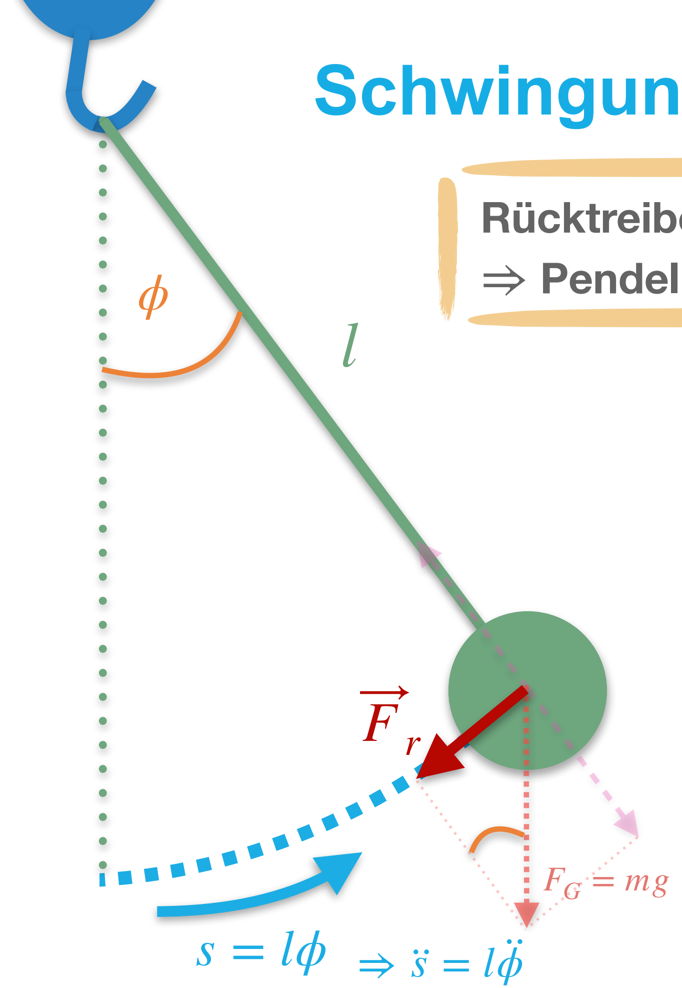
Bewegungsgleichung

Benutze Newton II für Pendelmasse: $m\ddot{s} = -\left|F_r\right|$

$F_r = mg \sin\phi$
$\ddot{s} = l\ddot{\phi}$

Einsetzen führt auf Bewegungsgleichung $ml\ddot{\phi} = -mg\sin\phi$

Schwingung eines Fadenpendels



Rücktreibende Kraft beschleunigt immer in Richtung Ruhelage.
$\Rightarrow$ Pendel schwingt hin und her

Bewegungsgleichung

Benutze Newton II für Pendelmasse: $m\ddot{s} = -\left|F_r\right|$

$F_r = mg\sin\phi$
$\ddot{s} = l\ddot{\phi}$

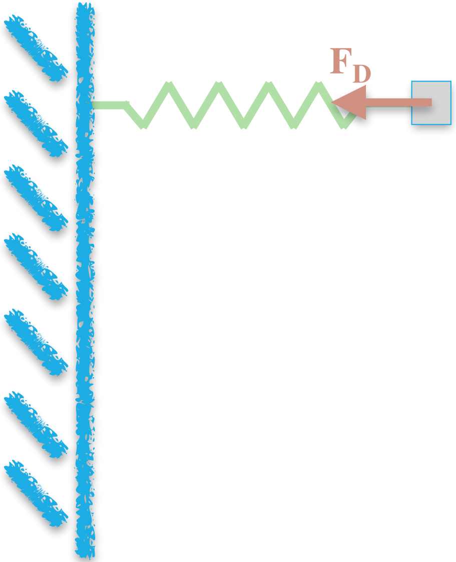
Einsetzen führt auf Bewegungsgleichung $ml\ddot{\phi} = -mg\sin\phi$

Näherung für kleine Winkel $\sin\phi \approx \phi$

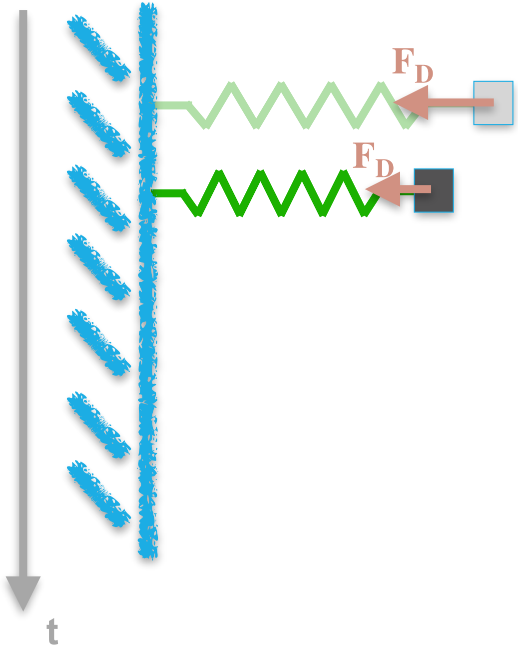
Ergibt Bewegungsgleichung $\ddot{\phi} + \frac{g}{l}\phi = 0$

$\Rightarrow$ "Harmonische" Schwingung:
Rücktreibende Kraft proportional zu Auslenkung

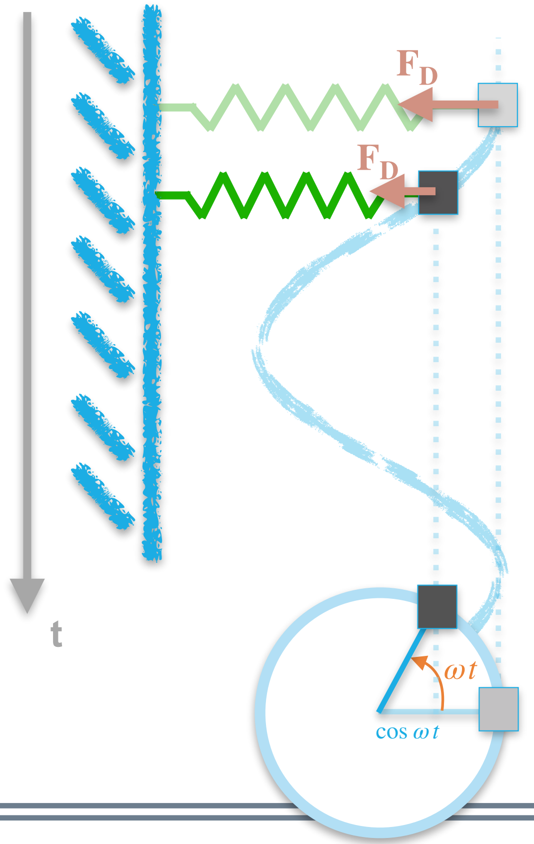
Federpendel und harmonische Schwingung



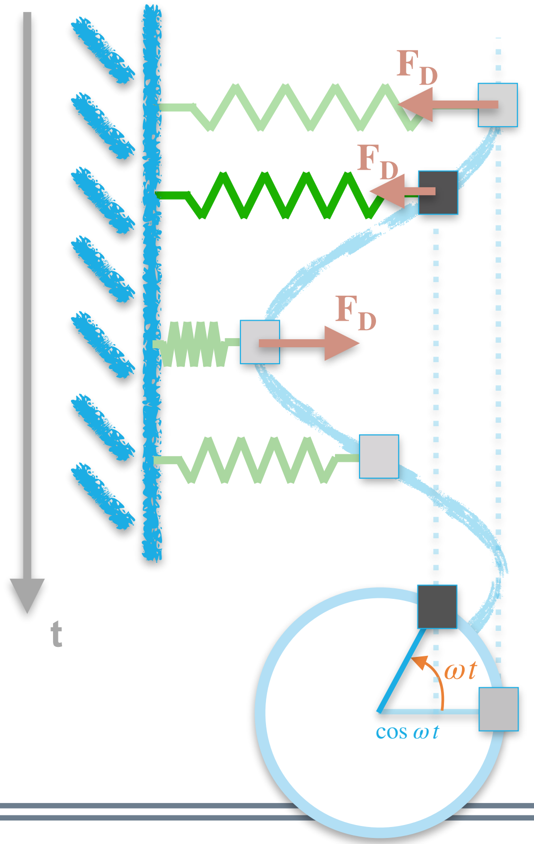
Federpendel und harmonische Schwingung



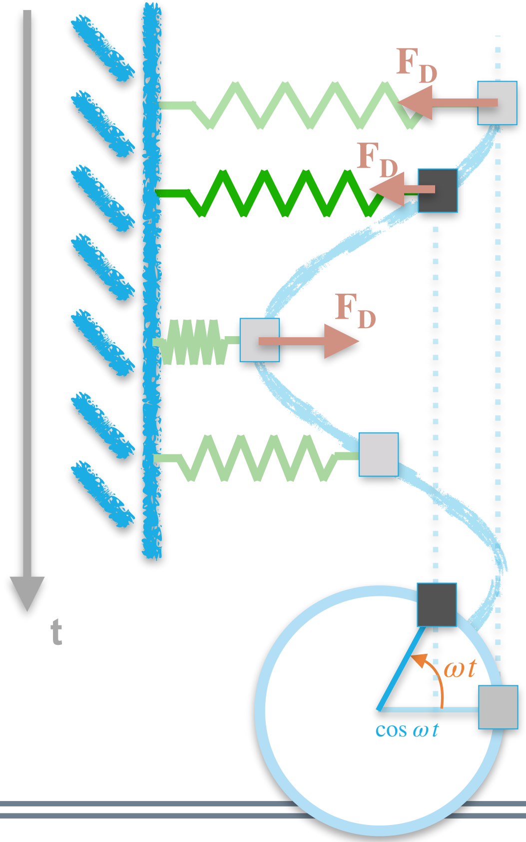
Federpendel und harmonische Schwingung



Federpendel und harmonische Schwingung



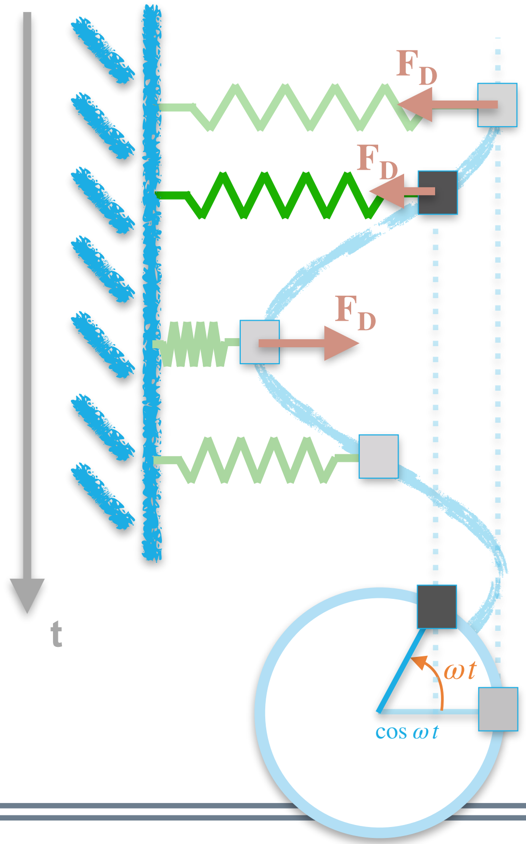
Federpendel und harmonische Schwingung



Bewegungsgleichung

$$m\,\ddot{x} = ?$$

Federpendel und harmonische Schwingung



Bewegungsgleichung

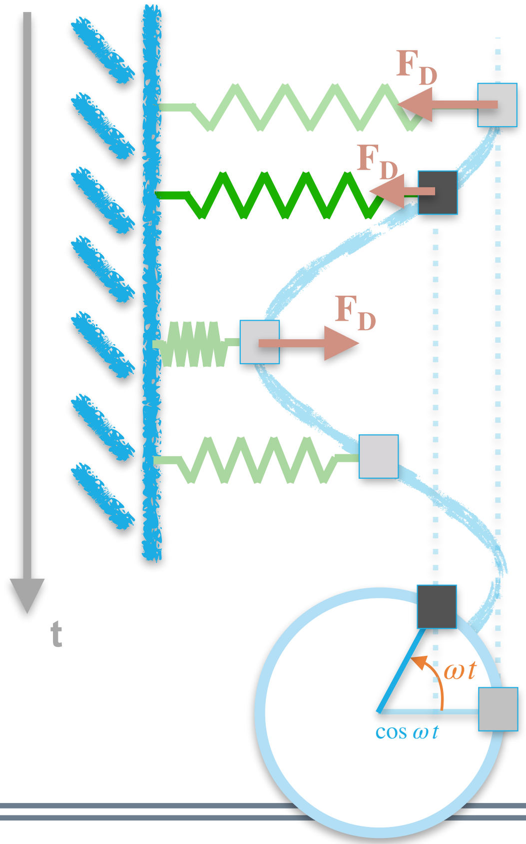
$$m\,\ddot{x} = F_D = -\,D\,x$$

Harmonische Schwingung: $F_D \sim x$

Allgemeine Form der Bewegungsgleichung:

$$\ddot{x} = -\,\omega_0^2\,x \quad \text{mit} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

Federpendel und harmonische Schwingung



Bewegungsgleichung

$$m\,\ddot{x} = F_D = -\,D\,x$$

Harmonische Schwingung: $F_D \sim x$

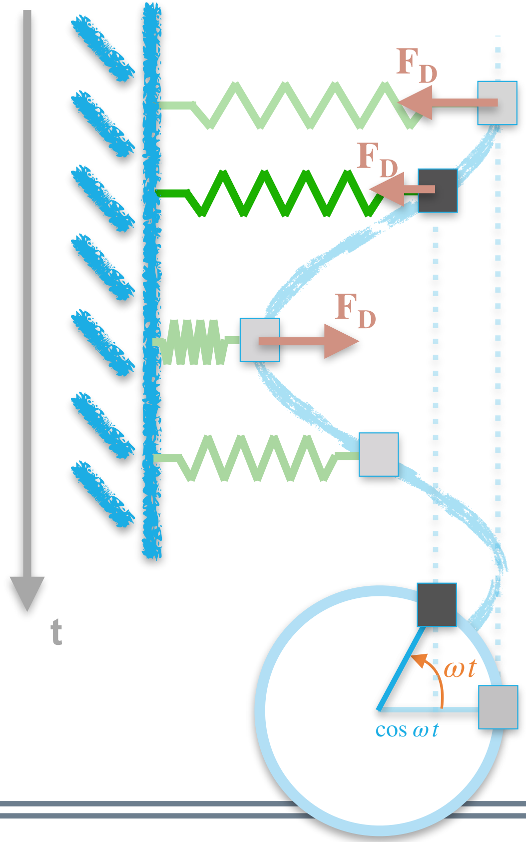
Allgemeine Form der Bewegungsgleichung:

$$\ddot{x} = -\,\omega_0^2\,x \quad \text{mit} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

Eigenfrequenz ω_0

gegeben durch Pendel

Federpendel und harmonische Schwingung



Bewegungsgleichung

$$\mathbf{m\,\ddot{x} = F_D = -\,D\,x}$$

Harmonische Schwingung: $\mathbf{F_D \sim x}$

Allgemeine Form der Bewegungsgleichung:

$$\mathbf{\ddot{x} = -\,\omega_0^2\,x} \quad \text{mit} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{\mathbf{D}}{\mathbf{m}}}$$

Eigenfrequenz ω_0

gegeben durch Pendel

DGL lösen!

Allgemeine Lösung der DGL:

$$\mathbf{x\,(t) = A}\cos\left(\omega_0\mathbf{t}\right) + \mathbf{B}\sin\left(\omega_0\mathbf{t}\right)$$

oder $\mathbf{x\,(t) = x_{max}}\ \cos\left(\omega_0\mathbf{t} + \phi_0\right)$

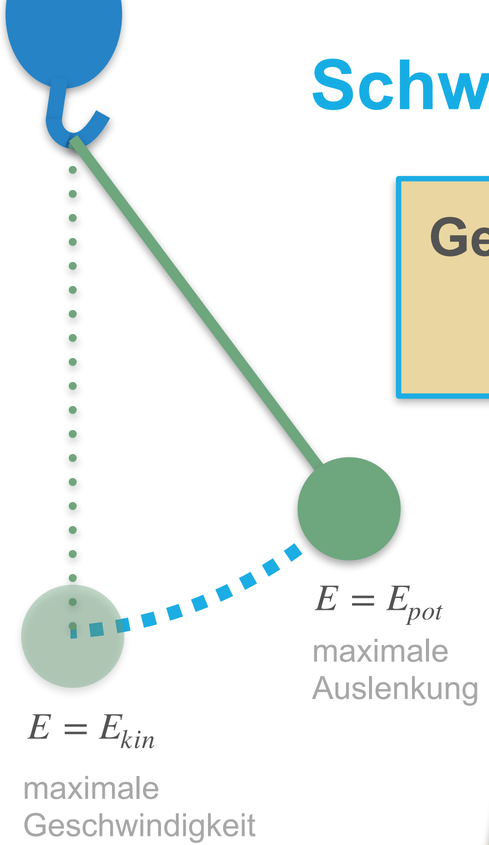
Amplitude x_{max}

gegeben durch Anfangsbedingungen

Schwingungen und Energieerhaltung

Gesamtenergie bleibt erhalten

aber: pendelt zwischen potentieller und kinetischer Energie

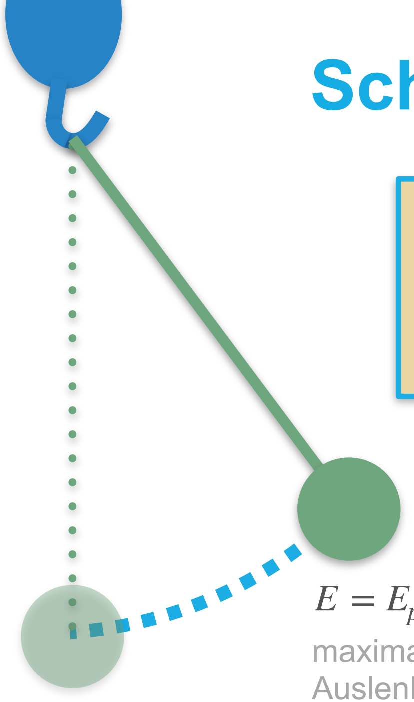


Fadenpendel

Schwingungen und Energieerhaltung

Gesamtenergie bleibt erhalten

aber: pendelt zwischen potentieller und kinetischer Energie



$E = E_{pot}$

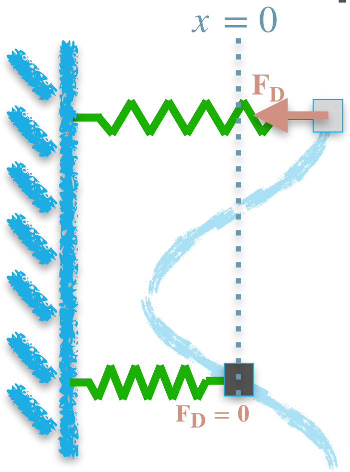
maximale Auslenkung

$E = E_{kin}$

maximale Geschwindigkeit

Fadenpendel

Federpendel



$$E = E_{pot} = \frac{1}{2} Dx^2$$

maximale Auslenkung

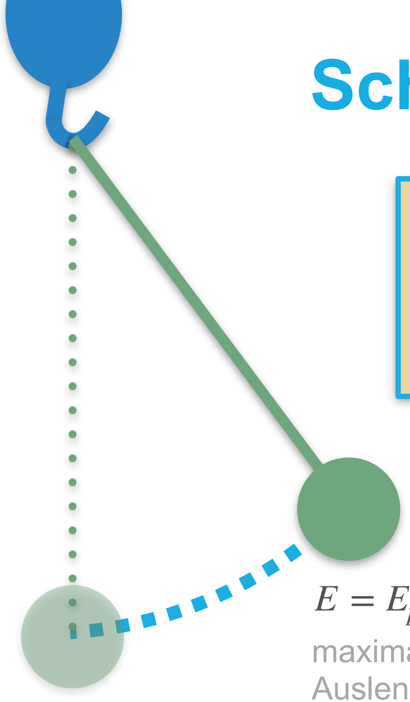
$$E = E_{kin} = \frac{1}{2} mv_{max}^2$$

maximale Geschwindigkeit

Schwingungen und Energieerhaltung

Gesamtenergie bleibt erhalten

aber: pendelt zwischen potentieller und kinetischer Energie



$E = E_{pot}$

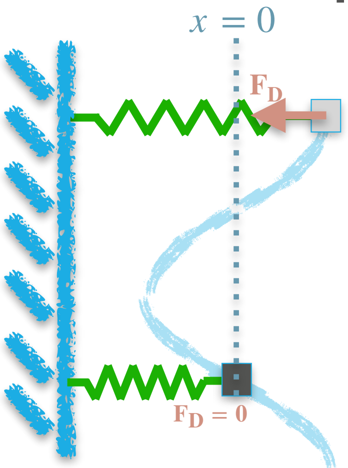
maximale Auslenkung

$E = E_{kin}$

maximale Geschwindigkeit

Fadenpendel

Federpendel



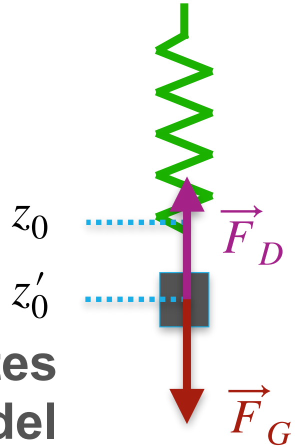
$$E = E_{pot} = \frac{1}{2} Dx^2$$

maximale Auslenkung

$$E = E_{kin} = \frac{1}{2} mv_{max}^2$$

maximale Geschwindigkeit

Senkrechtes Federpendel



Ruhelage verschiebt sich nach unten (Kräftegleichgewicht)

$$z_0' = z_0 - \frac{mg}{D}$$

… dann analog zu horizontalem Pendel