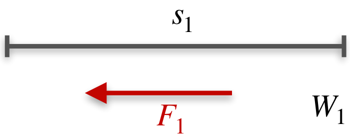
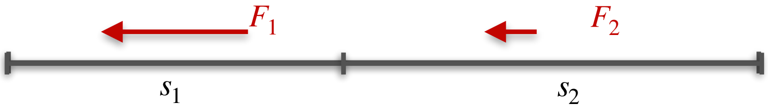
Physik I für Medis 2021

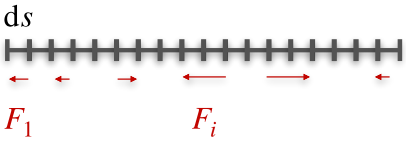
Wiederholung zum Arbeitsintegral



$$W_1 = F_1 \cdot s_1$$



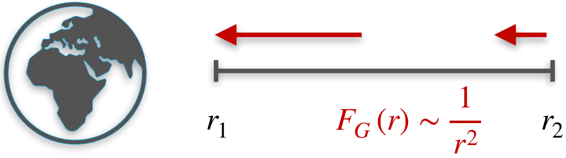
$$W_{12} = F_1 \cdot s_1 + F_2 + s_2$$



$$W = F_1 \mathrm{d}s + F_2 \mathrm{d}s + F_3 \mathrm{d}s + \ldots$$

Für unendlich kleine ds: $W = \int F \mathrm{d}s$

Beispiel Aufgabe 5 Blatt 8:



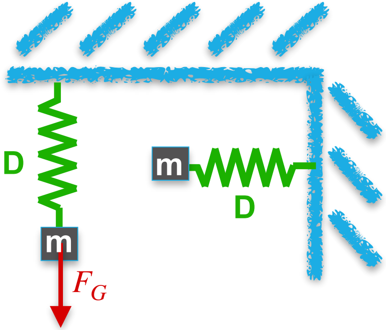
F_G ist nicht konstant!

$\longrightarrow$ Lösung geht nur mit Wegintegral!

$$W_{12} = -\int_{r_1}^{r_2} F_G(r')\ \mathrm{d}r' = mMG \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{r'^2}\ \mathrm{d}r'$$

Warm - up Clicker

Wir betrachten zwei ungedämpfte Federpendel. Beide Pendel haben die gleiche Masse m befestigt und die gleiche Federkonstante D. Eines der Pendel unterliegt der Schwerkraft, das andere nicht. Welche Aussagen stimmen?



**A) Die Pendel schwingen mit der gleichen Frequenz.
Die Gewichtskraft verschiebt lediglich die Ruhelage des einen Pendels.**

**B) Nach dem Anstossen bleibt das vertikale Pendel irgendwann stehen.
Das andere schwingt unendlich weiter.**

C) Für beide Pendel lässt sich die Bewegungsgleichung schreiben als $\ddot{x} = -\omega_0^2 x$

Dies gilt für alle ungedämpften Oszillatoren ohne Antrieb.

D) Wären die Pendel gedämpft, würde ihre Schwingungsfrequenz über die Zeit immer kleiner, bis sie irgendwann stehen bleiben.

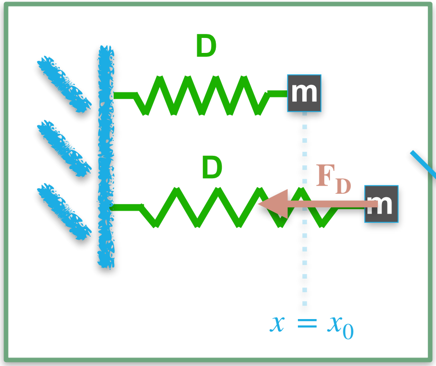
Das Thema von heute

Schwingungen

Federpendel

Harmonische Schwingungen

Wo ist der Zusammenhang?

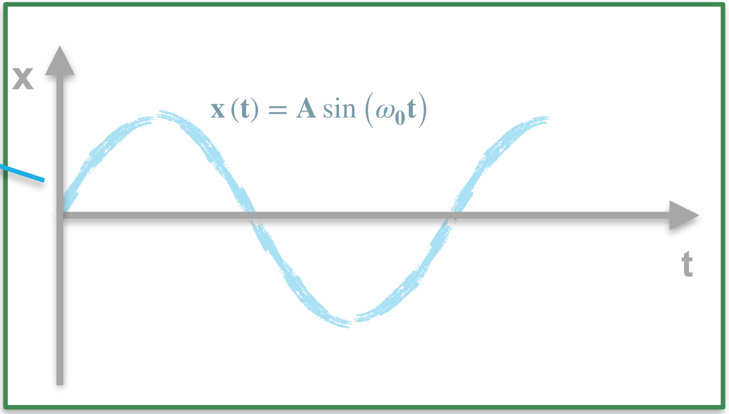


$$\ddot{\mathbf{x}} = -\,\omega_0^2\,\mathbf{x}$$

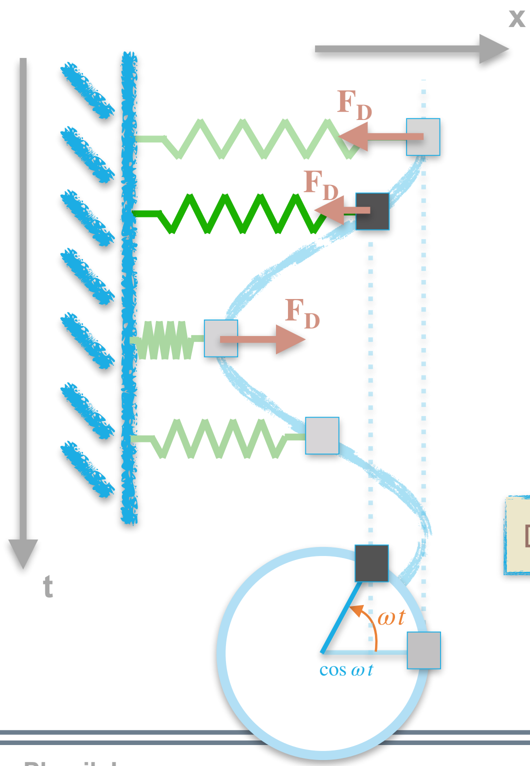
$$\omega_0^2 = \frac{D}{m}$$

??

$$E_{Feder} \longleftrightarrow E_{kin} \longleftrightarrow E_{Feder}$$



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

DGL lösen!

Allgemeine Lösung der DGL:

$$x(t) = A\cos(\omega_0 t) + B\sin(\omega_0 t)$$

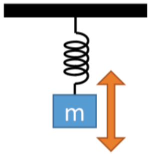
oder $x(t) = x_{max}\,\cos(\omega_0 t + \phi_0)$

Amplitude x_{max}

gegeben durch Anfangsbedingungen

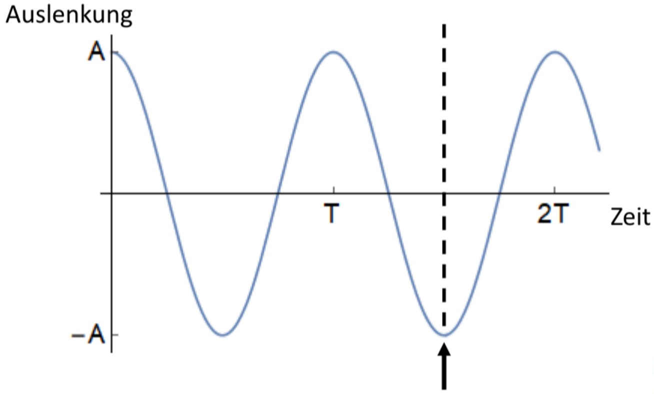
Spick!

Frage 5



Eine Masse schwingt an einem Federpendel. Die Geschwindigkeit ist v_x und die Feder übt eine Kraft F_x aus. Am Zeitpunkt des Pfeiles gilt:

a) $v_x > 0$ und $F_x > 0$
b) $v_x < 0$ und $F_x = 0$
c) $v_x = 0$ und $F_x = 0$
d) $v_x = 0$ und $F_x > 0$

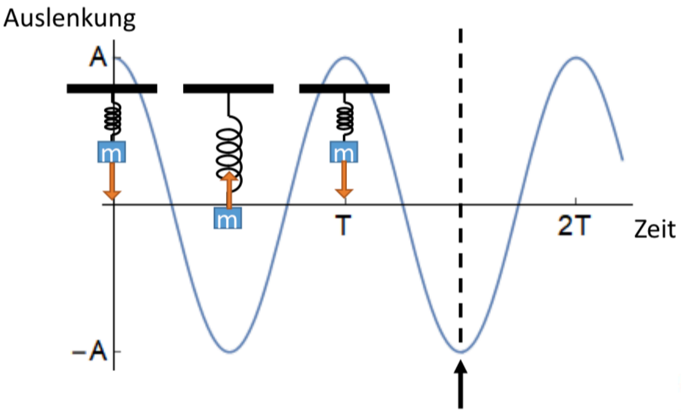


Frage 5

Die Geschwindigkeit muss = 0 sein, da der Pfeil am Umkehrpunkt der Schwingung ist. Die Feder zieht die Masse wieder nach oben (die Auslenkung steigt), d.h. Die Kraft muss in positive Richtung zeigen.

Eine Masse schwingt an einem Federpendel. Die Geschwindigkeit ist v_x und die Feder übt eine Kraft F_x aus. Am Zeitpunkt des Pfeiles gilt:

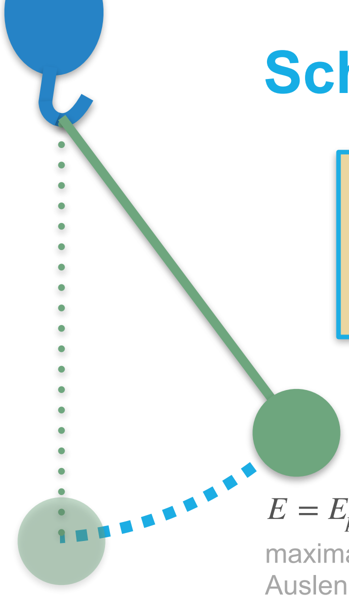
a) $v_x > 0$ und $F_x > 0$
b) $v_x < 0$ und $F_x = 0$
c) $v_x = 0$ und $F_x = 0$
d) $v_x = 0$ und $F_x > 0$



Schwingungen und Energieerhaltung

Gesamtenergie bleibt erhalten

aber: pendelt zwischen potentieller und kinetischer Energie



$E = E_{pot}$

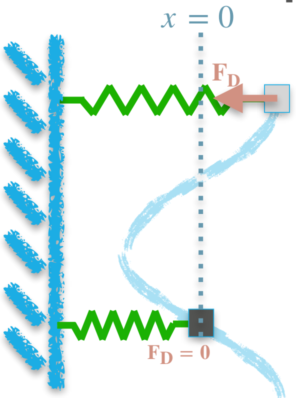
maximale Auslenkung

$E = E_{kin}$

maximale Geschwindigkeit

Fadenpendel

Federpendel



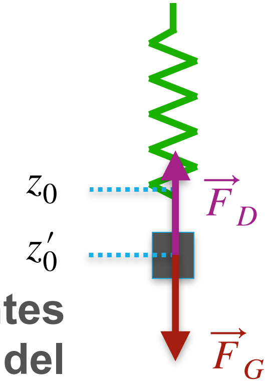
$$E = E_{pot} = \frac{1}{2}\, Dx^2$$

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

Federpendel mit Gravitation

Newton 2 für Nullpunkt bei entspannter Feder:

$$m\ddot{x} = -mg - Dx$$

Position der Ruhelage x_0: Kräftegleichgewicht!

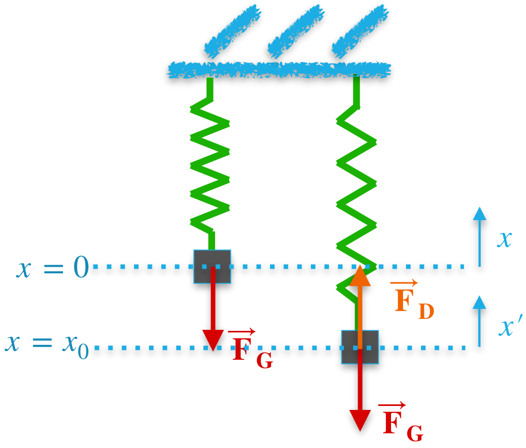
$$F_G = F_D \qquad Dx_0 = -mg$$

$$\rightarrow m\ddot{x} = 0 \qquad x_0 = -\frac{mg}{D}$$

$$m\ddot{x} = -mg + Dx_0 - Dx'$$

Newton 2 für Nullpunkt bei Ruhelage:

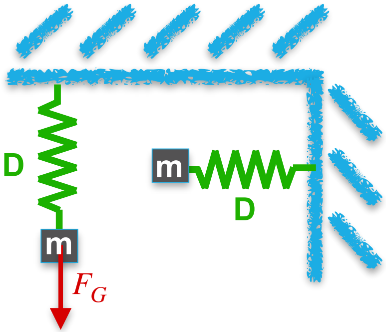
$$x' = x + x_0$$
$$\ddot{x}' = \ddot{x}$$
$$\Rightarrow m\ddot{x}' = -Dx'$$



Durch Benutzen von x' müssen wir nichts mehr beachten!

Ab jetzt gilt einfach wieder $F_{res} = -Dx$

Warm - up Clicker



Wir betrachten zwei ungedämpfte Federpendel. Beide Pendel haben die gleiche Masse m befestigt und die gleiche Federkonstante D. Eines der Pendel unterliegt der Schwerkraft, das andere nicht. Welche Aussagen stimmen?

A) Die Pendel schwingen mit der gleichen Frequenz. Die Gewichtskraft verschiebt lediglich die Ruhelage des einen Pendels.

B) Nach dem Anstossen bleibt das vertikale Pendel irgendwann stehen. Das andere schwingt unendlich weiter.

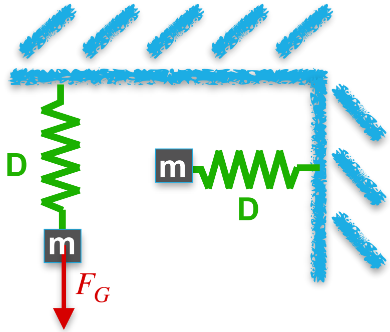
C) Für beide Pendel lässt sich die Bewegungsgleichung schreiben als $\ddot{x} = -\omega_0^2 x$

Dies gilt für alle ungedämpften Oszillatoren ohne Antrieb.

D) Wären die Pendel gedämpft, würde ihre Schwingungsfrequenz über die Zeit immer kleiner, bis sie irgendwann stehen bleiben.

Warm - up Clicker

Wir betrachten zwei ungedämpfte Federpendel. Beide Pendel haben die gleiche Masse m befestigt und die gleiche Federkonstante D. Eines der Pendel unterliegt der Schwerkraft, das andere nicht. Welche Aussagen stimmen?



**Die Pendel schwingen mit der gleichen Frequenz.
Die Gewichtskraft verschiebt lediglich die Ruhelage des einen Pendels.**

**B) Nach dem Anstossen bleibt das vertikale Pendel irgendwann stehen.
Das andere schwingt unendlich weiter.**

Beide schwingen ohne Dämpfung unendlich weiter.

Für beide Pendel lässt sich die Bewegungsgleichung schreiben als $\ddot{x} = -\omega_0^2 x$

Dies gilt für alle ungedämpften Oszillatoren ohne Antrieb.

Nicht die Frequenz wird kleiner, nur die Amplitude!

D) Wären die Pendel gedämpft, würde ihre Schwingungsfrequenz über die Zeit immer kleiner, bis sie irgendwann stehen bleiben.