Engaging Physics Tutoring

Clicker Runde

Lektion 9 – Federkraft. Schwingungen.

Konzepte

Schwingung allgemein

- Eine harmonische Schwingung entsteht, wenn die Rücktreibende Kraft direkt proportional zur Auslenkung ist: $F \propto x(t)$. (1)
- Die Frequenz einer Schwingung ist unabhängig von der Auslenkung. (2)
- Bei maximaler Auslenkung ist v = 0, aber F maximal. (5,6)

Faden- und Federpendel

- Beim Fadenpendel gilt $T \propto \sqrt{l}$. (8)
- Beim Federpendel ist die Frequenz der Schwingung unabhängig von der Gleichgewichtslage. (4)
- Beim Federpendel gilt $E_{pot} \propto \Delta x^2$. (7)

Phase

- Die Phase einer Welle beschreibt die aktuelle Position im Ablauf des Schwingungsvorganges. (3)
- Sinus und Kosinus beschreiben dieselbe harmonische Schwinung, aber um 90° oder $\frac{\pi}{2}$ phasenverschoben. (3)

Frage 1

Wie steigt die Kraft mit der Auslenkung bei einer harmonischen Schwingung? (bzw. Wie ist der Zusammenhang zwischen Kraft und Auslenkung?)

a. Sinusförmig
b. Exponentiell
c. Quadratisch
d. Linear

Frage 1

Wie steigt die Kraft mit der Auslenkung bei einer harmonischen Schwingung? (bzw. Wie ist der Zusammenhang zwischen Kraft und Auslenkung?)

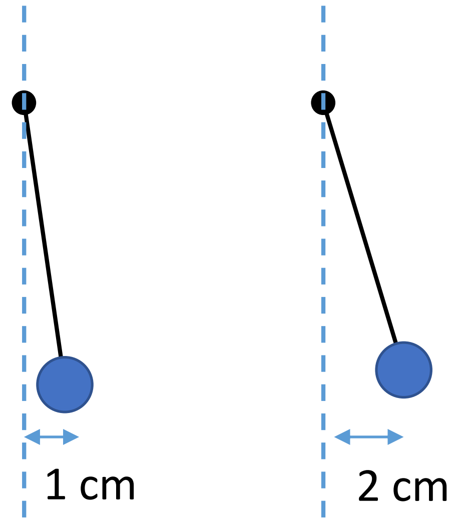
a. Sinusförmig
b. Exponentiell
c. Quadratisch
d. Linear

Es gilt beim harmonischen Oszillator $m\ddot{x}(t) = -\omega^2 x(t)$ oder anders ausgedrückt $F = -\omega^2 x(t)$ und wir sehen, dass $F \propto x(t)$, also Kraft linear proportional zur Auslenkung. Die Proportionalitätskonstante ist $-\omega^2$.

Frage 2

Ein Pendel schwingt 1 cm nach links (von der Ruhelage aus gesehen) und 1 cm nach rechts (von der Ruhelage aus gesehen). Dafür benötigt es ungefähr 2 s. Wie lange braucht das Pendel wenn die Amplitude verdoppelt wird, also 2 cm nach links und rechts?

a. 2 s
b. $\sqrt{2}$ s
c. 4 s
d. 8 s



Frage 2

Ein Pendel schwingt 1 cm nach links (von der Ruhelage aus gesehen) und 1 cm nach rechts (von der Ruhelage aus gesehen). Dafür benötigt es ungefähr 2 s. Wie lange braucht das Pendel wenn die Amplitude verdoppelt wird, also 2 cm nach links und rechts?

a. 2 s

b. $\sqrt{2}$ s

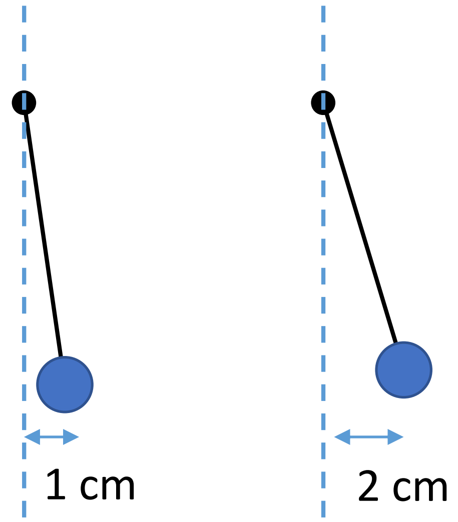
c. 4 s

d. 8 s

Bei der harmonischen Schwingung ist die Frequenz (1/Periode) unabhängig von der Amplitude!

$$x(t) = A\cos(2\pi f \cdot t + \phi_0)$$

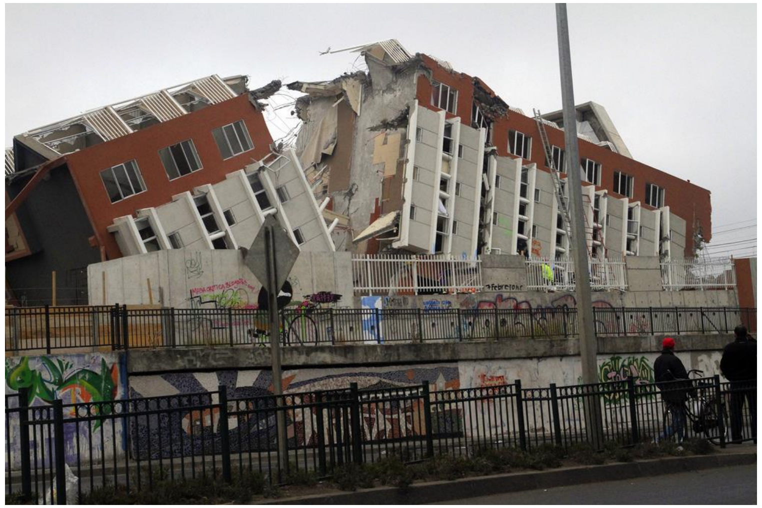
Wer möchte, kann hier noch auf Kleinwinkelnäherung eingehen.



Frage 3

Eine Erdbebenwelle bringt mein Haus ins wanken! Aus der Ruhelage sackt das Haus zunächst ab und wird dann mehrmals hoch und runter geschüttelt. Diese Schwingung kann als $\mathrm{x}(\mathrm{t}) = A(t)\sin(\omega t + \varphi_0)$ beschrieben werden. Welchen Wert hat φ_0 bei dieser Schwingung?

a. 0
b. -1
c. $\pi/2$
d. π

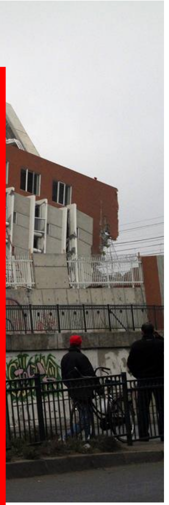


ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

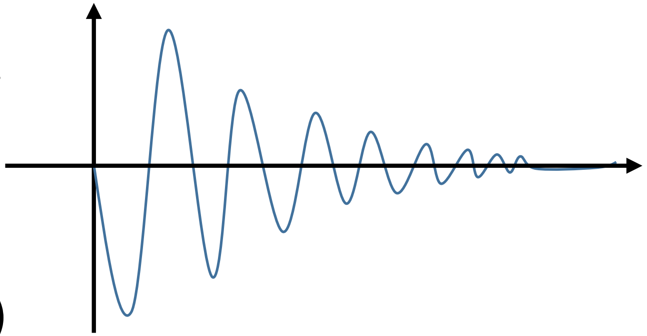
Frage 3

Eine Erdbebenwelle bringt mein Haus ins wanken! Aus der Ruhelage sackt das Haus zunächst ab und wird dann mehrmals hoch und runter geschüttelt. Diese Schwingung kann als $\mathrm{x(t)} = A(t)\sin(\omega t + \varphi_0)$ beschrieben werden. Welchen Wert hat φ_0 bei dieser Schwingung?

a. 0
b. -1
c. $\pi/2$
d. π

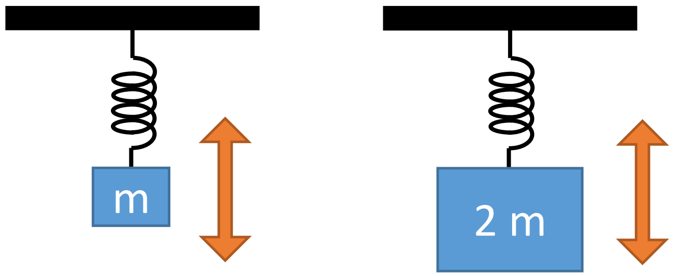


Die sinusförmige Schwingung sieht so aus.



Der Standard Sinus würde aber nach oben starten. → d)

Frage 4



Eine Masse m schwingt an einer Feder senkrecht auf und ab. Welche Aussage stimmt, wenn m verdoppelt wird? In beiden Fällen wird die Masse 1 cm ausgelenkt.

a. Die Gleichgewichtslage verschiebt sich nach unten, ansonsten bleiben Periode und Amplitude gleich.
b. Die Schwingungsfrequenz halbiert sich.
c. Während der Schwingung wirkt dieselbe Kraft wie vorher auf die Feder.
d. Die maximale Federenergie verdoppelt sich.

Frage 4

Nicht a) und b) weil: $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ und $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$. Es gilt $\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{2m}} \rightarrow f_1 = \frac{f_0}{\sqrt{2}} \rightarrow T_1 = \frac{\sqrt{2}}{f_0}$

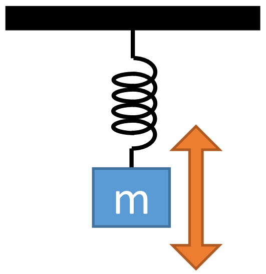
Nicht d) weil die Amplitude gleich bleibt → $E_{feder} = \frac{1}{2}k\Delta x^2$ unabhängig von der Masse!

Eine Masse m schwingt an einer Feder senkrecht auf und ab. Welche Aussage stimmt, wenn m verdoppelt wird? ? In beiden Fällen wird die Masse 1 cm ausgelenkt.

a. Die Gleichgewichtslage verschiebt sich nach unten, ansonsten bleiben Periode und Amplitude gleich.
b. Die Schwingungsfrequenz halbiert sich.
c. Während der Schwingung wirkt dieselbe Kraft wie vorher auf die Feder.
d. Die maximale Federenergie verdoppelt sich.

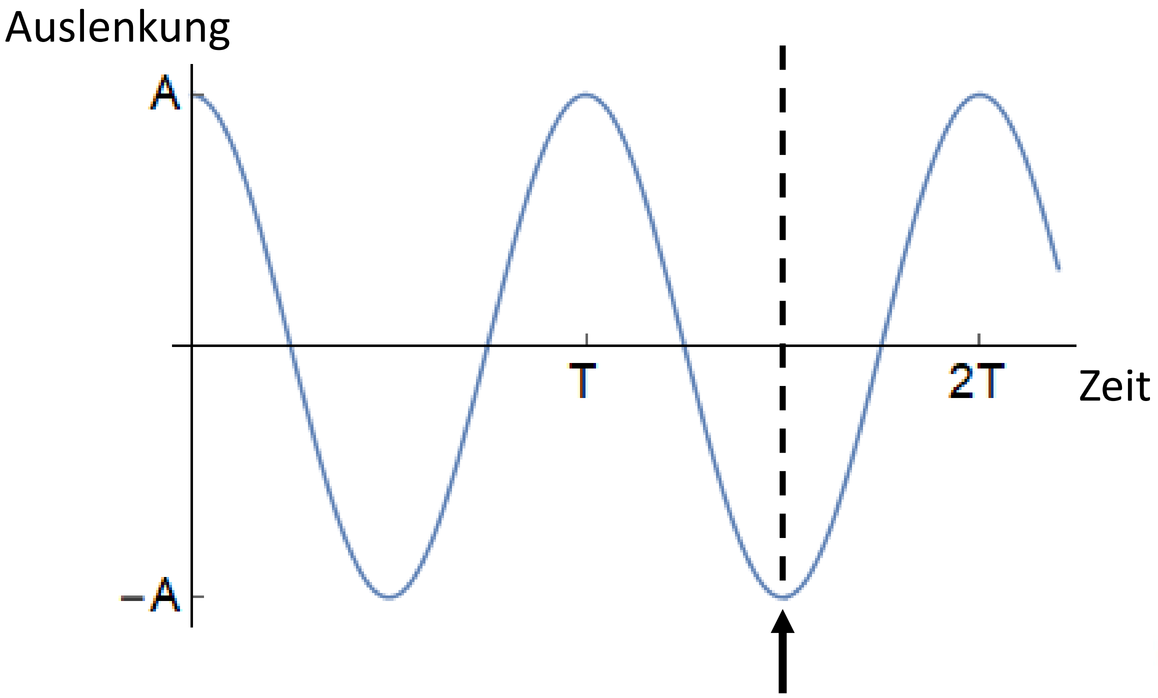
ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

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 $F_x > 0$



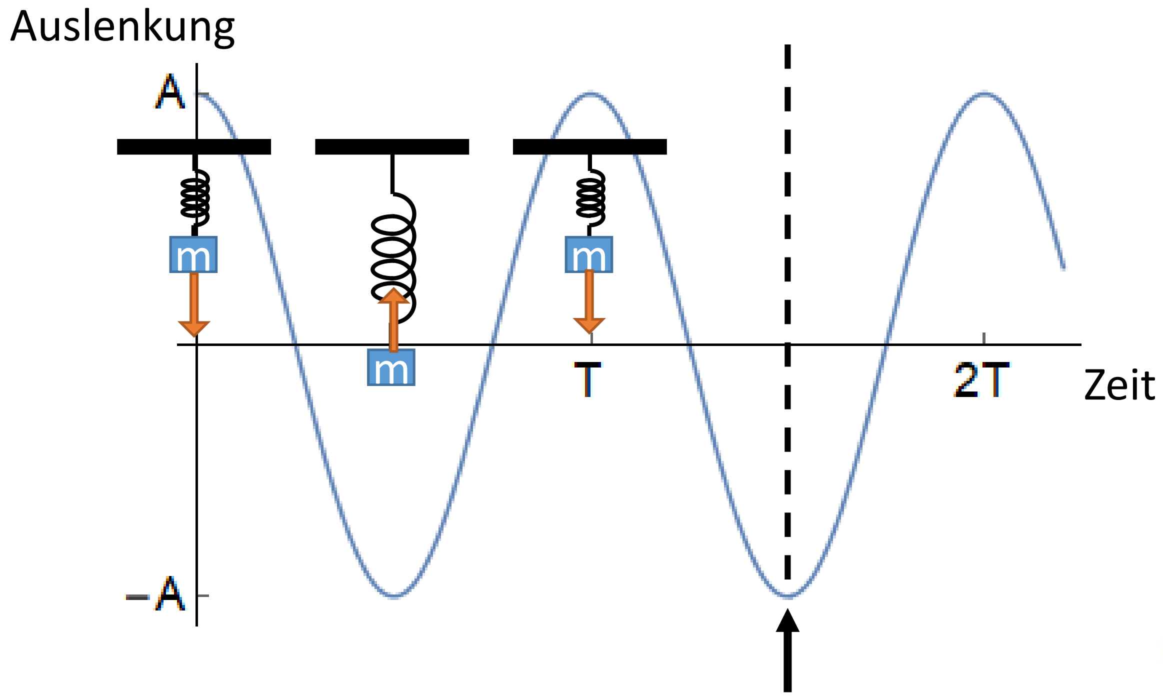
ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

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 $F_x > 0$

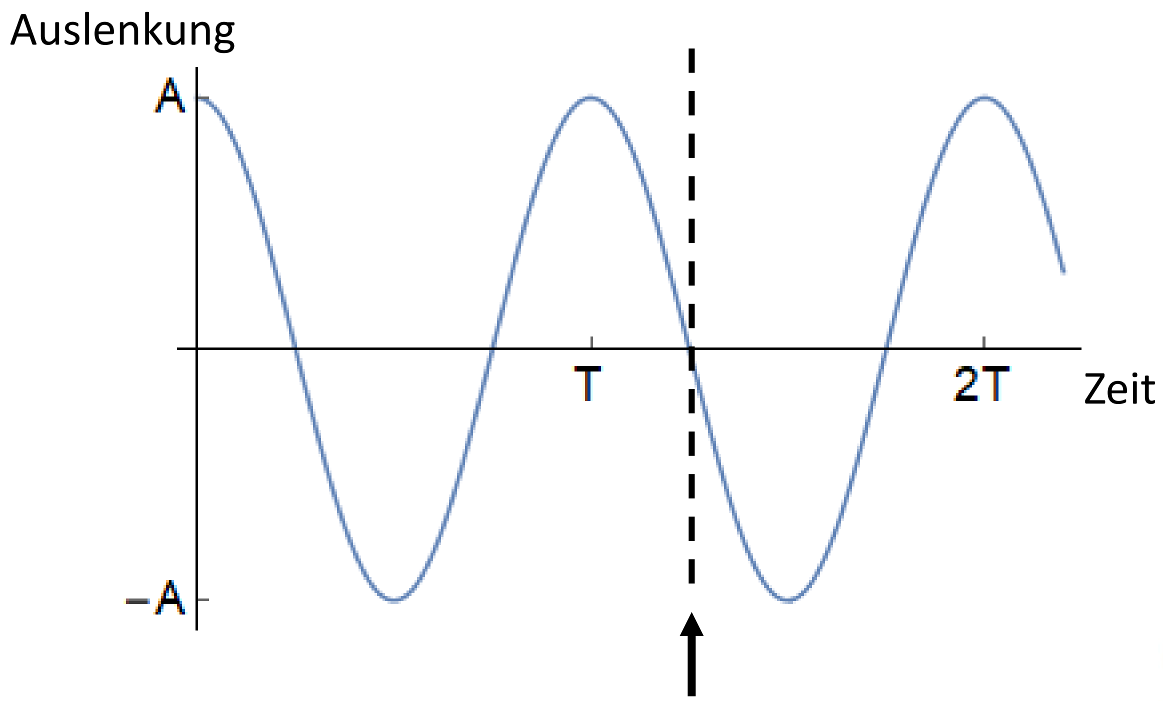


ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 6

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 $F_x > 0$

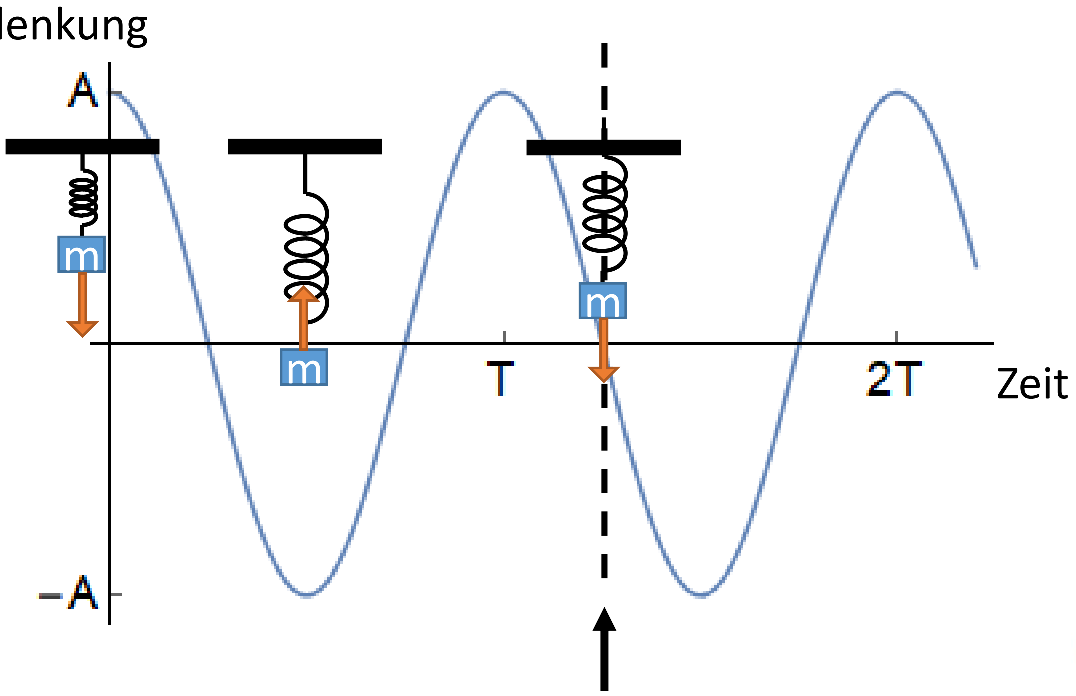


Frage 6

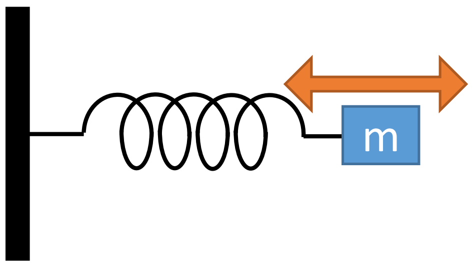
Die Geschwindigkeit muss < 0 sein, da sich die Masse nach unten Bewegt.
Die Masse läuft durch die Gleichgewichtsposition (x=0) also muss die Kraft = 0 sein.

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 $F_x > 0$

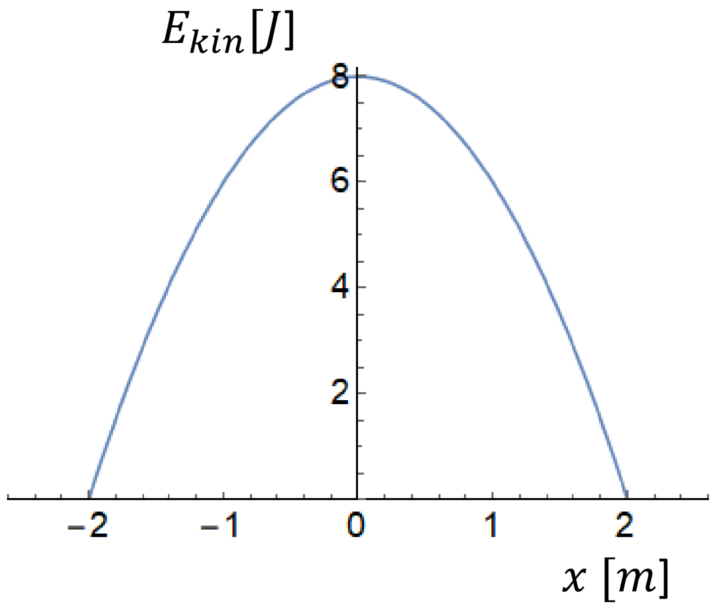


Frage 7



Gezeigt ist die kinetische Enregie eines langen Federpendels in Abhängigkeit der Auslenkung. Wie gross ist die Federkonstante?

a) 1 N/m
b) 2 N/m
c) 4 N/m
d) 8 N/m



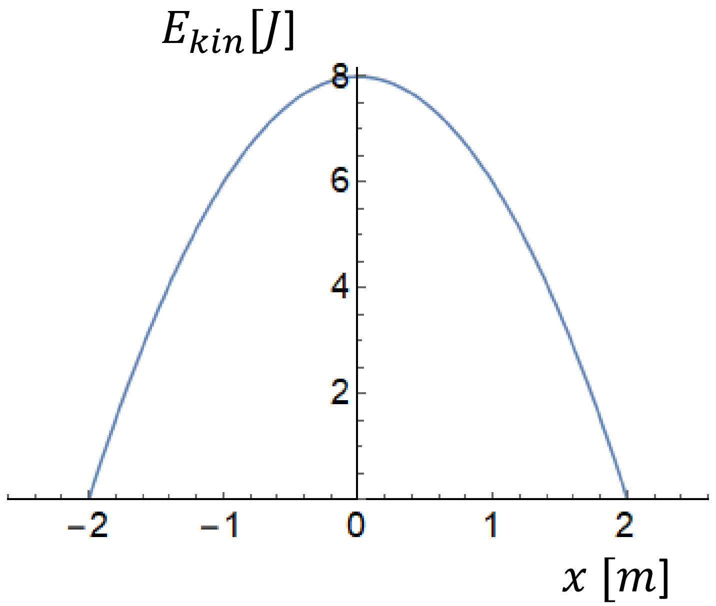
Frage 7

$E_{pot} = \frac{kx^2}{2}$ und es gilt wegen Energieerhaltung $E_{pot,max} = E_{kin,max} = 8\,J$

Also $\frac{\mathrm{kx}^2}{2} = 8J \rightarrow k = 4\frac{N}{m}$

Gezeigt ist die kinetische Enregie eines langen Federpendels in Abhängigkeit der Auslenkung. Wie gross ist die Federkonstante?

a) 1 N/m
b) 2 N/m
c) 4 N/m
d) 8 N/m



Frage 8

Warum sind alte Pendeluhren eigentlich so gross?

a. Zwei Schläge pro Sekunde, also muss das Pendel eine Länge von ca. 1 m haben.

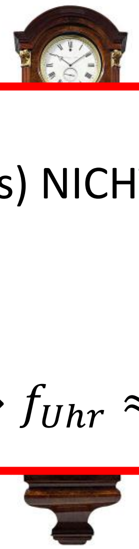
b. Zwei Schläge pro Sekunde, also muss das Pendel eine Masse von ca. 10 kg haben.

c. Damals war die Herstellung von kleinen Uhren nicht machbar. Eigentlich ist die Grösse des Pendels egal, da alle Massen gleich schnell fallen und somit auch pendeln.

d. Zwei Schläge pro Sekunde, also muss die Schwingungsamplitude in X-Richtung ca. 1 m sein.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 8



Nicht b), weil Periode unabhängig von Masse!
Nicht c), weil Grösse des Pendels (also die Länge des Pendelarms) NICHT egal ist! Periode steigt mit der Länge des Pendelarms!
Nicht d), weil Periode unabhängig von Auslenkung!

Zu a): $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \rightarrow \omega_{Uhr} \approx \sqrt{\frac{10\frac{m}{s^2}}{1m}} \approx 3.16\frac{rad}{s}$ $und\ f_{Uhr} = \frac{\omega_{Uhr}}{2\pi} \rightarrow f_{Uhr} \approx 0.5s$

Warum sind alte Pe

a. Zwei Schläge pro Sekunde, also muss das Pendel eine Länge von ca. 1 m haben.
b. Zwei Schläge pro Sekunde, also muss das Pendel eine Masse von ca. 10 kg haben.
c. Damals war die Herstellung von kleinen Uhren nicht machbar. Eigentlich ist die Grösse des Pendels egal, da alle Massen gleich schnell fallen und somit auch pendeln.
d. Zwei Schläge pro Sekunde, also muss die Schwingungsamplitude in X-Richtung ca. 1 m sein.