

Übungen Schwingungen und Wellen

Hinweise:

In den Formeln im Text bedeutet $\sqrt{\dots}$ die Wurzel aus ...

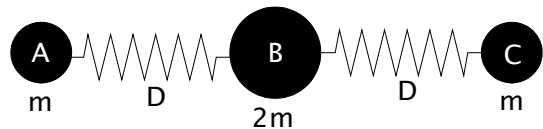
Dort, wo Kleinbuchstaben in Klammern eingeschlossen sind, handelt es sich um Auswahlantworten.

Aufgabenteile sind mit Kleinbuchstabe und Doppelpunkt markiert.

1.) Drei Massen sind wie in der Abbildung über Federn miteinander gekoppelt. Eine longitudinale Normalschwingung hat die Frequenz:

$$f = \sqrt{D/m}$$

Dies gilt, wenn:



- (a) A, B und C bewegen sich alle mit der gleichen Amplitude in die gleiche Richtung.
- (b) A und C bewegen sich mit gleicher Amplitude gegenphasig, während B ruht.
- (c) A und C bewegen sich mit gleicher Amplitude und gleicher Phase; B hat die gleiche Amplitude aber schwingt mit einer Phasenverschiebung von π .
- (d) A und C bewegen sich mit gleicher Amplitude und gleicher Phase; B schwingt mit einer Phasenverschiebung von π und der zweifachen Amplitude.
- (e) Keine der oben genannten Fälle ist korrekt. Es gilt:

2.) Auf einer gespannten Saite können sich stehende Wellen verschiedener Wellenlänge ausbilden. In welchem Zusammenhang stehen die Wellenlängen mit der Länge der gespannten Saite?

3.) Zwei gleiche Massen $m_1 = m_2 = m$ sind wie in der Abbildung mit einer Feder verbunden. Die Anordnung befindet sich auf einer reibungsfreien horizontalen Unterlage. Die Federkonstante sei D und der Gleichgewichtsabstand l_0 . Betrachtet wird die Eigenfrequenz des Systems. Es gilt für w :



- (a) $\sqrt{D/m}$ (b) $\sqrt{2D/m}$ (c) $\sqrt{g/l_0}$
- (d) $2\sqrt{D/m}$ (e) $\sqrt{D/2m}$

4.) In welchem rationalen Verhältnis stehen die Frequenzen zweier senkrecht zueinander stehender Schwingungen, für die sich bei Überlagerung folgende Bahnkurven ergeben:

a: Bahnkurve hat in etwa die Form einer Acht,

b: die Bahnkurve sieht einer Parabel ähnlich.

Worin unterscheiden sich die beiden überlagerten Schwingungen?

5.) Für die Schwingungsdauer eines physikalischen Pendels gilt: $T = 2\pi \cdot \sqrt{X/mg}$
Dabei ist m die Masse des Pendels, g die Erdbeschleunigung, l der Abstand zwischen Massenmittelpunkt und Drehachse.

Welche SI-Einheit hat X ?

6.) Eine Masse von 100 g gleitet reibungsfrei auf einer ebenen Unterlage. Sie ist fest mit einer Schraubenfeder verbunden und vollführt entlang der x-Achse harmonische Schwingungen. Die Amplitude beträgt 16 cm, die Periodendauer 2 s. Geben Sie die Funktion $x(t)$ an, wenn sich die Masse zum Zeitpunkt $t = 0$ s bei $x = -16$ cm befindet. (Die Funktion ist so einfach wie möglich mit den vorgegebenen Werten anzugeben.)

7.) Welche Bahnkurve durchläuft ein Massenpunkt, dessen Bewegung aus einer ungestörten Superposition zweier senkrecht zueinander stehender harmonischer Schwingungen gleicher Frequenz und Amplitude bei einer Phasendifferenz von $\pi/2$ resultiert?

8.) Zwei Körper der gleichen Masse, die auf einer horizontalen Unterlage reibungsfrei gleiten können, sind an zwei voneinander unabhängigen, waagerechten Federn mit den gleichen Federkonstanten befestigt. Der erste Körper wird um 5 cm aus der Ruhelage ausgelenkt, der zweite um 10 cm. Beide Körper werden gleichzeitig losgelassen und führen harmonische Schwingungen aus.

a: Welcher Körper erreicht zuerst die Ruhelage?

b: In welchem Verhältnis steht die Geschwindigkeit des ersten Körpers zu der des zweiten beim Durchgang durch die Ruhelage?

9.) Welche Bedingungen müssen bei der Überlagerung zweier Schwingungen zur destruktiven Interferenz (völlige Auslöschung) für die Frequenzen, die Amplituden und die Phasendifferenz erfüllt sein?

10.) Eine Schallquelle, die einen Ton von 1,0 kHz erzeugt, bewegt sich mit 90 % der Schallgeschwindigkeit direkt auf einen ruhenden Empfänger zu. Welche Frequenz registriert der Empfänger:

(a) 0,1 kHz (b) 0,111 kHz (c) 0,9 kHz (d) 9 kHz (e) 10 kHz (f) 11,11 kHz

11.) Eine punktförmige Quelle sendet Schallwellen mit einer gleichbleibenden Leistung von 200 W aus. In welcher Entfernung sinkt die Intensität gerade unter die Schmerzgrenze ($I_S = 1$ W/qm)?

Lösungen:

- 1.) b (c wäre auch noch möglich, ist aber die erste Oberschwingung)
- 2.) Die Saitenlänge ist stets ein Vielfaches der halben Wellenlänge.
- 3.) b (Der Schwerpunkt bleibt in Ruhe! Daher ist es so, als ob jeder Körper an einer halben, fest eingespannten Feder schwingt, der Federkonstante ist $2D$.)
- 4.) in beiden Fällen Verhältnis 1 : 2; Unterschied liegt in Phasenverschiebung
- 5.) $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ Es ist das Trägheitsmoment des Körpers.
- 6.) $x=16\cdot\sin(\pi\cdot t-\pi/4)$ t in s; x in cm
- 7.) Kreis
- 8.) a: gleichzeitig
b: 1:2 (Die doppelte Auslenkung führt zur vierfachen Spannarbeit! Also ist die kinetische Energie auch viermal so groß und damit die Geschwindigkeit doppelt.)
- 9.) Frequenzen und Amplituden gleich, Phasenverschiebung π
- 10.) e (Dopplereffekt mit sich bewegendem Sender und ruhendem Empfänger.)
- 11.) 3,99 m (Die Entfernung ist der Radius einer Kugel mit 200m^2 Oberfläche.)