

## Klasse 12, Thema 2: Schwingungen und Wellen

<p><b>Inhalt</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oszillator, Schwingungsdauer T, Frequenz f, Amplitude <math>\hat{y}</math>, Elongation <math>y(t)</math>, Kreisfrequenz <math>\omega</math>, Phasenwinkel <math>\varphi</math></li> <li>• harmonische Schwingung, ungedämpfte Schwingung, gedämpfte Schwingung, Dämpfungskonstante</li> <li>• rücktreibende Kraft <math>F_r</math></li> <li>• Fadenpendel</li> <li>• Federpendel, Federkonstante D</li> <li>• Schwingungsgleichung, Differentialgleichung</li> <li>• Eigenfrequenz <math>f_0</math>, erzwungene Schwingung, Erregerfrequenz <math>f_e</math>, Resonanz, Resonanzfrequenz <math>f_R</math></li> <li>• Schwingkreis</li> <li>• Longitudinalwelle, Transversalwelle</li> <li>• Wellenlänge <math>\lambda</math>, Ausbreitungsgeschwindigkeit c</li> <li>• Wellengleichung</li> <li>• Huygen'sches Prinzip, Wellenfront, Wellennormale</li> <li>• Interferenz, konstruktive Interferenz, destruktive Interferenz, Reflexion, Reflexion am festen Ende, Reflexion am losen Ende, Brechung, Beugung, stehende Welle, Schwingungsbauch, Schwingungsknoten</li> <li>• Doppler-Effekt</li> <li>• Welleneigenschaften des Lichts: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz,</li> <li>○ Hauptmaximum, Nebenmaximum, Minimum</li> <li>○ Doppelspalt, Vielfachspalt, Gitter, Einfachspalt, dünne Schichten, Glimmerblatt</li> <li>○ Gangunterschied <math>\Delta s</math>, Wellenlänge <math>\lambda</math>, Ordnung n, Winkelweite <math>\alpha_n</math>, Spaltabstand d, Gitterkonstante g, Spaltbreite b, Abstand zwischen Spalt und Schirm e, Abstand zwischen Spalt und Maximum l, Abstand zum 0. Maximum</li> <li>○ Brechungsindex n, Lichtgeschwindigkeit c</li> <li>○ Kohärenz</li> <li>○ Kontinuierliches Spektrum</li> <li>○ Polarisation bei Lichtwellen</li> <li>○ Interferometer</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Formeln</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungsdauer: <math>T = \frac{t}{n}</math></li> <li>• Frequenz: <math>f = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}</math></li> <li>• Kreisfrequenz: <math>\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f</math></li> <li>• Schwingungsgleichung: <math>y(t) = \hat{y} \cdot \sin(\omega \cdot t)</math></li> <li>• Schwingungsdauer des Fadenpendels: <math>T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{l}{g}}</math></li> <li>• Schwingungsdauer des Federpendels: <math>T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m}{D}}</math></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thomsonsche Schwingungsgleichung: <math>T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}</math></li> <li>• Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle: <math>c = \lambda \cdot f</math></li> <li>• Wellengleichung <math>y(x, t) = \hat{y} \cdot \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)</math></li> <li>• Konstruktive Interferenz: <math>\Delta s = n \cdot \lambda</math></li> <li>• Destruktive Interferenz: <math>\Delta s = (2 \cdot n - 1) \cdot \lambda</math></li> <li>• Doppelspalt: <math>\sin(\alpha) = \frac{\Delta s}{b}</math>, Kleinwinkelnäherung: <math>\frac{k \cdot \lambda}{b} = \frac{s_k}{e_k}</math></li> <li>• Gitter: <math>\sin(\alpha) = \frac{\Delta s}{g}</math>, <math>\sin(\alpha) = \frac{s}{\sqrt{e^2 + s^2}}</math>, Kleinwinkelnäherung</li> <li>• Einfachspalt: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Minima n-ter Ordnung: <math>n \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_n</math></li> <li>○ Maxima n-ter Ordnung: <math>\frac{(2 \cdot n + 1) \cdot \lambda}{2} = d \cdot \sin \alpha_n</math></li> </ul> </li> <li>• Brechungsgesetz</li> </ul>
<b>Prozessbezogene Kompetenzen</b>	<p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealisieren aus den Messdaten der Videoanalyse die Sinusfunktion</li> <li>• Ermitteln aus t-y-Diagrammen charakteristische Größen einer Schwingung.</li> <li>• Ermitteln aus der Schwingungsgleichung charakteristische Größen einer Schwingung.</li> <li>• Beschreiben Idealisierungen beim Fadenpendel.</li> <li>• Leiten Differentialgleichungen beim Faden- und Federpendel her.</li> <li>• Messen charakteristische Größen einer Welle.</li> <li>• Experimentelle Untersuchung von Interferenzphänomenen</li> <li>• Übertragung des Huygenschen Prinzips auf Lichtwellen</li> <li>• Bestimmen mithilfe der Interferenz die Wellenlänge der Lichtquelle</li> <li>• Erklären die Funktionsweise eines Interferometers</li> </ul>
<b>Zentrale Experimente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungsdauer Fadenpendel, Federpendel</li> <li>• Videoanalyse des Feder- oder Fadenpendels.</li> <li>• Resonanz: z.B. Resonanz eines schwingenden Wagens, akustische Resonanz einer Stimmgabel, Resonanz in der Simulation <a href="https://phet.colorado.edu/de/simulation/legacy/resonance">https://phet.colorado.edu/de/simulation/legacy/resonance</a></li> <li>• Schwingungsdauer eines Schwingkreises</li> <li>• Brechung, Beugung, Interferenz, Wellenwanne</li> <li>• stehenden Welle, Simulation: <a href="https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-wellen/versuche/stehende-welle-simulation">https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-wellen/versuche/stehende-welle-simulation</a></li> <li>• Messung von Wellengrößen an der Wellenwanne</li> <li>• Beugung und Interferenz am Doppelspalt, Gitter, Einfachspalt und an dünnen Schichten</li> <li>• Bestimmung der Wellenlänge des Lichts</li> <li>• Bestimmung von Gitterkonstanten</li> <li>• Lichtbrechung, Bestimmung des Brechungsindex</li> </ul>

## Wellen: Welleneigenschaften des Lichts

Aspekte	Vereinbarung
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huygens'sches Prinzip, Beugung</li> <li>Interferenz, konstruktive Interferenz, destruktive Interferenz, Hauptmaximum, Nebenmaximum, Minimum</li> <li>Doppelspalt, Vielfachspalt, Gitter, Einfachspalt, dünne Schichten, Glimmerblatt</li> <li>Gangunterschied <math>\Delta s</math>, Wellenlänge <math>\lambda</math>, Ordnung <math>n</math>, Winkelweite <math>\alpha_n</math>, Spaltabstand <math>d</math>, Gitterkonstante <math>g</math>, Spaltbreite <math>b</math>, Abstand zwischen Spalt und Schirm <math>e</math>, Abstand zwischen Spalt und Maximum <math>l</math>, Abstand zum 0. Maximum <math>a</math></li> <li>Brechungsindex <math>n</math>, Lichtgeschwindigkeit <math>c</math></li> <li>Kohärenz</li> <li>Polarisation bei Lichtwellen</li> </ul>
<b>Formeln</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konstruktive Interferenz: <math>\Delta s = n \cdot \lambda</math></li> <li>Destruktive Interferenz: <math>\Delta s = (2 \cdot n - 1) \cdot \lambda</math></li> <li>Doppelspalt: <math>\sin(\alpha) = \frac{\Delta s}{d}</math> und <math>\sin(\alpha) = \frac{a}{l} \approx \frac{a}{e}</math></li> <li>Gitter: <math>\sin(\alpha) = \frac{\Delta s}{g}</math> und <math>\sin(\alpha) = \frac{a}{\sqrt{e^2 + a^2}}</math></li> <li>Einfachspalt: <ul style="list-style-type: none"> <li>Minima <math>n</math>-ter Ordnung: <math>n \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_n</math></li> <li>Maxima <math>n</math>-ter Ordnung: <math>\frac{(2 \cdot n + 1) \cdot \lambda}{2} = d \cdot \sin \alpha_n</math></li> </ul> </li> </ul>
<b>Zentrale Experimente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beugung und Interferenz am Doppelspalt: z.B. Mekruphy (Optik 2, S. 39f.); mögliche Variation mit Laserpointern als Lichtquellen.</li> <li>Simulation des Doppelspaltes: <a href="https://www.leifiphysik.de/optik/beugung-und-interferenz/doppelspalt">https://www.leifiphysik.de/optik/beugung-und-interferenz/doppelspalt</a>.</li> <li>Beugung und Interferenz am Gitter: z.B. Mekruphy (Optik 2, S. 41 f.); mögliche Variation mit Laserpointern als Lichtquellen.</li> <li>Simulation des Vielfachspaltes und des Gitters: <a href="https://www.leifiphysik.de/optik/beugung-und-interferenz/vielfachspalt-und-gitter">https://www.leifiphysik.de/optik/beugung-und-interferenz/vielfachspalt-und-gitter</a>.</li> <li>Wellenlängenbestimmung am Gitter: z.B. Mekruphy (Optik 2, S. 43f.); mögliche Variation mit Laserpointern als Lichtquellen.</li> <li>Beugung und Interferenz am Einfachspalt: z.B. Demonstrationsexperiment.</li> <li>Interferenz an dünnen Schichten: z.B. Interferenz am Glimmerblatt als Demonstrationsexperiment oder Interferenz an einer Seifenblasenhaut.</li> <li>Bestimmung des Spurabstandes einer CD</li> <li>Wirkung von Polarisationsfiltern</li> </ul>