

Themenfeld 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen – Thema 2.1. Schwingungen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
<p>Thema</p> <p>gA: 3 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Von welchen Größen hängen Schwingungen ab und wie können wir sie beschreiben?</p> <ul style="list-style-type: none"> Am Beispiel des Federpendels werden die genannten Inhalte wiederholt und deren Bedeutung erläutert. <ul style="list-style-type: none"> Übungsaufgaben zu $s - t$ – Diagrammen und den charakteristischen Größen von Schwingungen. <ul style="list-style-type: none"> Periodendauer beim Federpendel: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$ Übungsaufgaben zu den Bewegungsgesetzen von harmonischen Schwingungen <ul style="list-style-type: none"> $s(t) = s_{max} \cdot \sin(\omega t)$ $v(t) = s_{max} \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$ $a(t) = -s_{max} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$ Übungsaufgaben zur Berechnung von Energien. <ul style="list-style-type: none"> Energie beim Federpendel: $E = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$ <p>nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Zur genaueren Behandlung der verschiedenen Schwingungsvorgänge ist es notwendig, dass Konzept der Differentialgleichungen zu erarbeiten. Dies wird am Beispiel des Federpendels eingeführt. Es ergibt sich: <ul style="list-style-type: none"> $\ddot{s}(t) = -\frac{D}{M} \cdot s(t)$ <ul style="list-style-type: none"> Diese lässt sich durch geeigneten Ansatz lösen: Bedingung $\omega = \sqrt{\frac{D}{M}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> die Begriffe „Schwingung“, „Schwingungsebene“, „Auslenkung“, „Amplitude“ definieren und deren Bedeutung erläutern. die zeitabhängigen Größen der harmonischen Schwingung als Funktionsgleichung mathematisch beschreiben (Sinus und Kosinus ohne Nullphasenwinkel). den Zusammenhang zwischen Frequenz und Periodendauer erläutern und anwenden. die Schwingung eines Federpendels mathematisch beschreiben, insbesondere die Abhängigkeit der Periodendauer von systembeschreibenden Größen. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S1, S7 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E6 	<ul style="list-style-type: none"> Die grundlegenden Begriffe und mechanische Schwingungen sind bereits vor Beginn der Studienstufe behandelt worden. Trotzdem bietet sich gerade zu Beginn der Studienstufe eine kurze Wiederholung an. Zur Wiederholung des Zusammenhangs zwischen der projizierten Kreisbewegung und der harmonischen Schwingung das Demonstrationsexperiment noch einmal zeigen bzw. die Simulation 1 und/oder Simulation 2. Zur Wiederholung sind ebenfalls die phet-Simulationen geeignet. Mögliche Übungsaufgaben zur Wiederholung: <ul style="list-style-type: none"> Quiz 1 Quiz 2 Formelumstellung Schwingung eines Federpendels Nur im erhöhten Kurs: Das Konzept und den Aufbau einer DGL erklären, da DGL aus dem Mathematikunterricht nicht bekannt sind
<p>Lineares Kraftgesetz</p> <p>gA: 0 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Welche Bedingungen müssen zur Entstehung einer harmonischen Schwingung erfüllt sein?</p> <ul style="list-style-type: none"> Am Beispiel der schwingenden Flüssigkeitssäule wird das das lineare Kraftgesetz im Zusammenhang mit schwingungsfähigen Systemen erarbeitet und geübt. <ul style="list-style-type: none"> Es gilt $F(s) = -D \cdot s$ Unter Betrachtung der wirkenden Kräfte und den angenommenen mathematischen Vereinfachungen wird die Beschreibung eines Fadenpendels bei kleiner Auslenkung erarbeitet. <ul style="list-style-type: none"> Periodendauer beim Federpendel: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ Aufstellen der Schwingungsdifferentialgleichung eines Fadenpendels bei kleinen Auslenkungen: $\ddot{s}(t) + \frac{g}{l} \cdot s(t) = 0$ 	<ul style="list-style-type: none"> das lineare Kraftgesetz als Bedingung für die Entstehung einer mechanischen harmonischen Schwingung anwenden und erläutern. die Schwingung eines Fadenpendels (unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung) mathematisch beschreiben und die wirkenden Kräfte erläutern und angeben. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S4, S5, S6 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E6 Kommunikationskompetenz(en): K4, K6 Hinweis auf Leitperspektive(n): D 	<ul style="list-style-type: none"> Demonstrationsexperiment: Schwingende Flüssigkeitssäule im U-Rohr. Schüler:innenexperimente zum Fadenpendel mit Smartphones/Tablets und der Phyphox-App Schüler:innenexperiment mit Knetkugeln [nach Martin Kramer: <i>Mathematik als Abenteuer, Band III: Analysis und Wahrscheinlichkeitsrechnung, S.196ff</i>] <ul style="list-style-type: none"> Die kürzeren Pendel schwingen schneller. Dadurch schwingt jedes Pendel in einer anderen Phase. Die längeren Pendel sind später dran als ihre Vorgänger, so dass sich eine räumliche Sinuskurve ergibt, deren Periodenlänge anfangs mit der Zeit immer weiter abnimmt. Übungsaufgaben: <ul style="list-style-type: none"> Quiz 1 und Quiz 2 Fadenpendel l – T – Diagramm Höhenbestimmung mittels Pendel Die DGL gemeinsam entwickeln. Anschließend DGL als Schülerübung lösen. <ul style="list-style-type: none"> Ergänzend das Video zeigen Aufgabe Lösung der DGL eines Fadenpendels mit Geogebra

¹ Inhalte im Fach Physik aus dem A-Heft Abitur 2025 und Bildungsplan Physik Studienstufe

² Kompetenzen laut Bildungsplan Physik Studienstufe

Themenfeld 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen – Thema 2.1. Schwingungen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
<p>Gedämpfte Schwingungen</p> <p>gA: 0 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Wie können wir die Abnahme der Auslenkung einer gedämpften Schwingung beschreiben?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der DGL der gedämpften harmonischen Schwingungen. <ul style="list-style-type: none"> Für die gedämpfte harmonische Schwingung ergibt sich für einen bei $t = 0$ ausgelenkten Schwinger: $s(t) = s_{max} \cdot e^{-\delta \cdot t} \cdot \cos(\omega_D \cdot t)$ mit $\omega_D = \sqrt{\omega^2 - \delta^2}$ Für die Differenzialgleichung der gedämpften harmonischen Schwingung gilt: $\ddot{s}(t) + 2\delta \cdot \dot{s}(t) + \frac{D}{M} \cdot s(t) = 0$ 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Gedämpfte Schwingungen erläutern und berechnen für schwache Dämpfungen und geschwindigkeitsproportionale Dämpfung.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S4 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E6 Kommunikationskompetenz(en): K4, K5, Hinweis auf Leitperspektive(n): D 	<ul style="list-style-type: none"> Schüler:innenexperimente zum Federpendel das mithilfe des Smartphones und der Phyphox-App ausgewertet wird. <ul style="list-style-type: none"> In der gemeinsamen Auswertung der Gruppenergebnisse soll die Abnahme der Amplitude in Abhängigkeit vom Abklingkoeffizienten thematisiert werden. Die Herleitung der Schwingungsgleichung erfolgt lehrerzentriert und kann ergänzt werden durch das Leifi-Video. Übungsaufgabe: <ul style="list-style-type: none"> Lösung der DGL des gedämpften Fadenpendels Mögliche Vertiefungen: Foucault'sches Pendel und Erdrotation
<p>Elektromagnetische Schwingungen</p> <p>gA: 2 DStd. eA: 4 DStd.</p>	<p>Aus welchen Bauteilen besteht ein elektromagnetischer Schwingkreis und welche Eigenschaften hat er?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der Bestandteile und der Funktionsweise eines ungedämpften elektromagnetischen Schwingkreises: <ul style="list-style-type: none"> Ein Schwingkreis besteht zentral aus einem Kondensator der Kapazität C, der zu Beginn aufgeladen wird mittels der Spannungsquelle U_0 und einer Spule mit der Induktivität L Im ungedämpften Fall ergibt sich für die Schwingungsdauer: $T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$ Die Spannung über dem Kondensator wird beschrieben durch: $U_c(t) = U_0 \cdot \cos(\omega_0 \cdot t)$ <p>Wie berechnet man die Energie eines Schwingkreises?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der Formel: $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 + \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$ Im Vergleich mit dem Federpendel entspricht beim Schwingkreis die Spule der trägen Masse und der Kondensator übernimmt die Funktion der Feder 	<ul style="list-style-type: none"> elektromagnetische Schwingkreise (qualitativ und quantitativ) beschreiben, insbesondere die Abhängigkeit der Periodendauer unter energetischen Aspekten. mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten vergleichen. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S4, S7 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E6, E7 Kommunikationskompetenz(en): K6 	<ul style="list-style-type: none"> Schüler:innenexperiment zum elektromagnetischen Schwingkreis mit digitaler Messwerterfassung Simulation Mögliche Übungsaufgaben: <ul style="list-style-type: none"> Quiz zur Thomson'schen Schwingungsgleichung Mechanische und elektromagnetische Schwingungen Energie im Schwingkreis Schwingkreis mit Lautsprecher Strom und Spannung im Schwingkreis
<p>Resonanz</p> <p>gA: 0 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Wie konnte es zum Einsturz der Tacoma Bridge kommen?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der notwendigen Bedingungen, bei denen es zu Resonanzerscheinungen kommen kann: <ul style="list-style-type: none"> Bei einer erzwungenen Schwingung wird ein schwingungsfähiges System durch einen äußeren Erreger zum Schwingen angeregt. Nähert sich die Erregerfrequenz f der Eigenfrequenz f_0 des schwingungsfähigen Systems, kann es bei geringer Dämpfung zur Resonanzkatastrophe kommen. 	<ul style="list-style-type: none"> die Resonanz bei erzwungenen Schwingungen qualitativ erläutern. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S4 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E6, E7 Kommunikationskompetenz(en): K3, K4 Bewertungskompetenz(en): B4 Hinweis auf Leitperspektive(n): 	<ul style="list-style-type: none"> Als Einstieg das Video der Tacoma-Bridge zeigen. Schüler:innenexperiment zur Resonanz mit kleiner Masse am Faden. Anschließend können die Ergebnisse mithilfe der folgenden Simulation korrigiert oder validiert werden. Mögliche Übungsaufgaben: <ul style="list-style-type: none"> Quiz zu erzwungenen Schwingungen Erklärung von Resonanzphänomenen Mögliche Vertiefungen: Schwingungen in der Musik mit Schüler:innenexperimenten

Sachkompetenzen: Die Schüler:innen....

- S1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien
- S2 erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten
- S3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen
- S4 bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung digitaler Messwerterfassungssysteme nach Anleitung auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen
- S5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus
- S6 erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an
- S7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an

Erkenntnisgewinnungskompetenzen: Die Schüler:innen....

- E1 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten
- E2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf
- E3 beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen
- E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen
- E5 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung
- E6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen
- E7 berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses
- E8 beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen
- E9 reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalische Erkenntnisgewinnung
- E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Generalisierbarkeit
- E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit)

Kommunikationskompetenzen: Die Schüler:innen....

- K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus
- K2 prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt
- K3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder
- K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologische und kausal korrekt strukturiert
- K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus
- K6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge
- K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach- adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien
- K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen
- K9 tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt
- K10 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate

Bewertungskompetenzen: Die Schüler:innen...

- B1 erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation
- B2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz
- B3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich relevanten oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab
- B4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil
- B5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzung hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses
- B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein
- B7 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen
- B8 reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen

Beitrag zur Leitperspektive D

Die Schülerinnen und Schüler setzen digitale Messwerterfassung ein und nutzen Tabellenkalkulation zur Auswertung von Messdaten im Rahmen von Experimenten zu schwingenden Körpern.

Beispielsweise ist hier der Einsatz der App Phyphox mit dem eigenen Smartphone möglich, um (auch gedämpfte) Schwingungen zu analysieren.

Der elektromagnetische Schwingkreis lässt sich sehr gut mit dem virtuellen Labor untersuchen. Dort entwerfen die Schülerinnen und Schüler einen elektromagnetischen Schwingkreis und untersuchen dessen Funktionsweise. Ebenso sind Strom- und Spannungsverlauf darstellbar.