

Jahrgangsstufe 12 - Leistungskurs

Lernbereich 1: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen 18 Ustd.

| | |
|--|---|
| Kennen der zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Schwingungen erforderlichen charakteristischen Größen und ihrer Zusammenhänge | ungedämpfte Schwingungen |
| lineares Kraftgesetz $F = -D \cdot y$ | Richtgröße D für verschiedene Schwinger |
| $y_t = y_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t$; $v_t = dy/dt$; $a_t = d^2y/dt^2$ | dynamische Bestimmung der Federkonstanten durch Messung mit Beschleunigungssensor |
| Federpendel; Fadenpendel, auch mit Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung | |
| Energieerhaltung | |
| Anwenden der Kenntnisse zur Modellbildung auf die Untersuchung gedämpfter Schwingungen | |
| Simulation von Reibungseffekten | |
| unterschiedliches Abklingverhalten | Dämpfung durch konstante bzw. durch geschwindigkeitsabhängige Kräfte |
| Vergleich mit Realexperiment | Einsatz eines MMS zum Untersuchen mechanischer Schwingungen |
| Kennen der Voraussetzungen für das Entstehen von Resonanz | |
| erzwungene Schwingung f_0 , f_E | Rückkopplungsprinzip |
| Phasenverschiebung ϕ | |
| Übertragen der Kenntnisse auf elektromagnetische Schwingungen | |
| Eigenfrequenz eines elektromagnetischen Schwingkreises $f_0 = 1/2\pi \cdot L \cdot C$ | rechnergestütztes Experimentieren Visualisierung durch Simulationen |

| | |
|--|--|
| <p>Energieerhaltung</p> <p>Anwenden der Kenntnisse auf den Vergleich mechanischer und elektromagnetischer Schwingungen</p> <p>energetischer Aspekt</p> <p>Modellbildung und Simulation</p> | |
|--|--|

「 Ein Satz 」

Wolfgang Pauli, jüdischer Physiker und Nobelpreisträger (1945 / für Physik), formulierte das Pauli-Prinzip, das erklärt, warum Elektronen in einem Atom bestimmte Orbitale besetzen – ein zentrales Konzept des quantenmechanischen Atommodells zur Erklärung diskreter Energiezustände und Spektrallinien.

Lernbereich 2: Mechanische und elektromagnetische Wellen 20 Ustd.

| | |
|---|--|
| <p>Kennen der zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Wellen erforderlichen charakteristischen Größen und ihrer Zusammenhänge</p> | <p>→</p> <p>Kl. 10, LB 4</p> <p>→</p> <p>Kl. 10, LB 2</p> <p>→</p> <p>GEO, Gk 11, LB 1</p> |
|---|--|

Beschreiben einer linear fortschreitenden Welle

Interpretation yx- und yt-Diagramm

Transversal- und Longitudinalwellen, lineare Polarisation

Anwenden der Eigenschaften Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz auf die Ausbreitung von Wellen

Wasserwellen, Schallwellen
Absorption, Streuung

Wellenfront und Wellennormale, Phasengeschwindigkeit $v = \lambda \cdot f$

Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes $\sin \alpha \sin \beta = v_1 v_2$

Anwenden der Interferenz auf stehende transversale Wellen

Ableitung aus der Wellengleichung $y(x, t) = y_{\max} \cdot \sin 2\pi \cdot t/T - x/\lambda$

festes und loses Ende

Bäuche und Knoten

Wellenlängenbestimmung

Übertragen der Kenntnisse auf elektromagnetische Wellen

Spektrum elektromagnetischer Wellen

Hertz'sche Wellen und Mikrowellen

Licht als elektromagnetische Welle

Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts

Lichtstrahl als Wellennormale

Nachweis des Reflexions- und Brechungsgesetzes für Licht

$n = c_0/c$, $\sin \alpha \sin \beta = n_2/n_1$

Beugung und Interferenz von Licht

Interferenz am Doppelspalt und am Gitter auch mit polychromatischem Licht

für die Lage der Maxima gilt:

$\tan \alpha_k = s/k$; $\sin \alpha_k = k \cdot \lambda/b$

Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht für die Lage der Maxima (außer 0. Ordnung) gilt: $\tan \alpha_k = s/k$, $\sin \alpha_k = (2 \cdot k + 1) \cdot \lambda/2 \cdot d$

SE: Wellenlänge von Licht

Huygens'sches Prinzip

schwingende Saite, Blasinstrumente

→

[Kl. 10, LBW 2](#)

Methoden zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

Kohärenz

Beurteilen der Möglichkeit der Kleinwinkelnäherung

→

[Kl. 10, LB 4](#)

Beurteilen der Möglichkeit der Kleinwinkelnäherung

Licht als transversale
Wellenerscheinung, Polarisation

Anwenden der Kenntnisse über
Wellenoptik zum Erklären optischer
Geräte

Interferometer

Brewster'sches Gesetz

kohärentes Licht

「 Ein Satz 」

Albert A. Michelson, jüdischer Physiker und Nobelpreisträger (1907 / für Physik), entwickelte präzise Interferometer zur Messung der Lichtgeschwindigkeit. Sein berühmtes Michelson-Morley-Experiment, das auch für die Relativitätstheorie bedeutend ist, konnte keine Bewegung relativ zum Lichtäther nachweisen – ein Meilenstein im Verständnis der Wellennatur des Lichts.

Lernbereich 3: Praktikum Optik und Schwingungen 12 Ustd.

Problemlösen durch Experimentieren

Aufgaben aus den Bereichen
mechanische und elektromagnetische
Schwingungen und Optik auch unter
Nutzung digitaler Werkzeuge zur
Erfassung und Auswertung von
Messwerten

Beherrschen der Analyse von
Messunsicherheiten

Unterscheidung von systematischen
und zufälligen Messunsicherheiten

qualitative und quantitative Diskussion

Addition der absoluten
Messunsicherheiten bei Summen und
Differenzen bzw. Addition der relativen
Messunsicherheiten bei Produkten und
Quotienten

Entwickeln von Versuchsanordnungen
und Planung von Versuchsabläufen

⇒

[Medienbildung](#)

⇒

[informatische Bildung](#)

⇒

[Methodenbewusstsein: Messen](#)

「 Ein Satz 」

Roy J. Glauber, jüdischer Physiker und Nobelpreisträger (2005 / für Physik), entwickelte die Quantentheorie der optischen Kohärenz – eine Grundlage für die experimentelle Untersuchung und digitale Auswertung kohärenter Lichtquellen, wie sie auch im Praktikum zur Optik und Schwingung analysiert werden.

Lernbereich 4: Quantenobjekte 20 Ustd.

| | |
|--|--|
| Kennen der Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Photonen als Quantenobjekte | Umkehrung des lichtelektrischen Effekts bei Leuchtdioden |
| äußerer lichtelektrischer Effekt | Widersprüche zur Wellentheorie des Lichts aufzeigen |
| experimentelle Ergebnisse | |
| Einsteins Lichtquantenhypothese, Photonenmodell, Energie eines Photons $E=h \cdot f$ | |
| Energiebilanz $h \cdot f = E_{\text{kin}} + W_A$ Gegenfeldmethode, Grenzfrequenz, Experiment zur Bestimmung von h | |
| Impuls des Photons | Kometenschweif |
| $p = h \lambda$ | |
| Äquivalenz von Energie und Masse $E=m \cdot c^2$, $m=h \cdot f/c^2$ | |
| Übertragen der Kenntnisse auf andere Quantenobjekte | Interferenzerscheinungen bei Elektronen, Neutronen, Atomen und Molekülen |
| Beugung | |
| De-Broglie-Wellenlänge $\lambda = h/p$ | |
| Unterschiede zu Photonen | |

Kennen grundlegender Aspekte der Quantentheorie

Stochastische Vorhersagbarkeit

Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen

Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung

Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ)

Komplementarität

Quantenphysikalisches Weltbild

Besonderheiten des quantenphysikalischen Messprozesses, Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus

Heisenberg'sche Unschärferelation

Komplementarität von Weginformationen und Interferenzfähigkeit, Delayed-choice - Experiment

Problematik der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik

Doppelspaltexperiment bei geringer Intensität

Interferenz einzelner Photonen

Interferenz einzelner Elektronen

Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Computersimulation

Richard Feynman: „Quantenobjekte sind weder Welle noch Teilchen, sondern etwas Drittes!“

Nichtlokalität der Quantenobjekte; Kopenhagener Deutung; Quantenphysik und Philosophie

Ort-Impuls-Unbestimmtheit $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$, Energie-Zeit-Unbestimmtheit,

Verbreiterung von Spektrallinien,

Grenzen der Gültigkeit der Gesetze der klassischen Physik

Grundgedanke der verzögerten Quantenwahl,

Quantenradierer

「Ein Satz」

Arthur Ashkin, jüdischer Physiker und Nobelpreisträger (2018 / Physik), entwickelte die optische Pinzette – eine experimentelle Methode zur Manipulation kleinster Teilchen mit Licht, die Präzisionsexperimente mit elektromagnetischen Wellen ermöglicht.

Lernbereich 5: Atomvorstellungen 20 Ustd.

Einblick gewinnen in die Entwicklung der Atomvorstellung

Atommodelle von Thomson, Rutherford und Bohr

Kennen des Zusammenhangs von Energieniveauschema und diskretem Spektrum

diskrete Energiezustände in der Atomhülle

Energiestufenmodell, quantenmechanisches Atommodell, stehende Elektronenwellen, Orbitale des Wasserstoffatoms zur Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron

Modell des eindimensionalen Potentialtopfs, $E_n = \frac{h^2 \cdot m_e \cdot a^2 \cdot n^2}{8}$

Ausblick auf Mehrelektronensysteme

Pauli-Prinzip

Orbitale

experimentelle Befunde zum Energieaustausch mit Atomen

Streuversuche, Leistungsfähigkeit und Grenzen

⇒

[Methodenbewusstsein: Arbeit mit Modellen](#)

→

[CH, Lk 11, LB 1](#)

Leistungsfähigkeit und Grenzen

| | |
|--|---|
| quantenhafte Emission Wasserstoffatom | Aufnahme von Spektren am Computer mit entsprechender Verarbeitungssoftware |
| quantenhafte Absorption | Resonanzabsorption, Fraunhofer'sche Linien, Franck-Hertz-Versuch |
| Einblick gewinnen in das Prinzip der Lumineszenz | Nachweis von UV-Licht, Sicherheitsmerkmale von Banknoten, nachleuchtende Warnschilder Chemo- und Elektrolumineszenz, Lumineszenzen im Tierreich |
| Fluoreszenz | |
| Phosphoreszenz | |
| Kennen des Prinzips der Entstehung, der Eigenschaften und der Anwendung von Laserstrahlung | optische Speichermedien |
| Kennen des Prinzips der Entstehung des kontinuierlichen und diskreten Röntgenspektrums | Computertomographie |

「 Ein Satz 」

Albert Einstein, jüdischer Physiker und Nobelpreisträger (1921 / für Physik), begründete mit seiner Lichtquantenhypothese das moderne Verständnis von Photonen als Quantenobjekte – er erklärte den äußeren lichtelektrischen Effekt und legte damit die Grundlage für die Quantentheorie von Energie und Impuls sowie das quantenphysikalische Weltbild.

Lernbereich 6: Thermodynamik 20 Ustd.

| | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Kennen des allgemeinen Gasgesetzes | |
| Zustandsgleichung für das ideale Gas | Normzustand eines Gases |
| $p \cdot VT = \text{konst.}$ | |

isochore, isobare und isotherme Zustandsänderung

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Anwenden des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik

$$\text{erster Hauptsatz } \Delta U = Q + W$$

$$\text{Volumenarbeit } W = - \int V_1 V_2 p(V) dV$$

$$\text{Wärme } Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

c_p und c_v

adiabatische Zustandsänderung, Adiabatenexponent

innere Energie

Carnot'scher Kreisprozess als Prinzip einer Wärmekraftmaschine

pV-Diagramm

Wirkungsgrad

maximaler Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine $\eta = 1 - T_2/T_1$, $\eta = -W/Q$

Umkehrung des Carnot'schen Kreisprozesses als Prinzip einer Wärmepumpe bzw. Kältemaschine

p(V)-Diagramm

Leistungszahlen

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

Avogadro'sche Zahl, spezifische Gaskonstante

$$p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T$$

→

[CH, Kl. 9, LB 2](#)

spezielle Zustandsänderungen

→

[MA, Gk 11/12, LB 5](#)

→

[MA, Lk 11/12, LB 5](#)

Ausblick: Flüssigkeiten und Festkörper

$$U = m \cdot c_v \cdot T$$

Berechnung

reale Wirkungsgrade

reale Leistungszahlen

| | |
|--|---|
| Betrachtung eines technischen Kreisprozesses im $p(V)$ -Diagramm | |
| Stirling'scher Kreisprozess | |
| Anwenden des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik | |
| reversible und irreversible Prozesse | Übertragen auf mechanische Sachverhalte |
| Sich positionieren zur Verwendung und Bedeutung von Wärmekraftmaschinen und zur gegenwärtigen Energienutzung | Zukunft der Verbrennungsmotoren, Vergleich der Umweltbilanzen verschiedener Antriebsarten |

Wahlbereich 1: Eigenschaften der Atomkerne

| | |
|--|---|
| Beurteilen der Radioaktivität als Erscheinung der Natur | Henri Becquerel, Marie Curie |
| Strahlungsarten α , β , γ | ionisierende Wirkung, Durchdringungsfähigkeit, Ablenkung in elektrischen und magnetischen Feldern |
| Quellen natürlicher Radioaktivität, Nulleffekt | Höhenstrahlung, Bodenstrahlung, Eigenstrahlung |
| Anwenden der Kenntnisse zu Eigenschaften von Atomkernen auf Kernumwandlungen | |
| A, Z, N von Isotopen in der Nuklidkarte | → Kl. 9, LB 2 |
| Kernumwandlungsgleichungen | ausgewählte Zerfallsreihen, Tunneleffekt, künstliche Isotope |
| Alpha-Zerfall | |
| Beta-Zerfall, Neutrino | |
| Anwenden der Kenntnisse bei der Nutzung radioaktiver Strahlung | |

| | |
|--|--|
| Zerfallsgesetz, Halbwertszeit $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ | N als Erwartungswert, statistisches Gesetz |
| Aktivität $A = -dN/dt$ | Altersbestimmung von Gesteinen und archäologischen Befunden, C-14-Methode |
| Wechselwirkung von Strahlung und Materie | Alpha-Partikel, Ionisation Anwendungen aus Medizin und Technik |
| Sich positionieren zu Chancen und Risiken der Nutzung der Radioaktivität | zivile und militärische Anwendungen ⇒ Reflexions- und Diskursfähigkeit ⇒ Werteorientierung |

「 Ein Satz 」

Frederick Reines, jüdischer Physiker und Nobelpreisträger (1995 / für Physik), gelang der experimentelle Nachweis des Neutrinos – ein fundamentaler Beitrag zum Verständnis von Beta-Zerfällen und damit zentral für die Beschreibung radioaktiver Kernumwandlungen, wie sie auch bei Anwendungen in Medizin, Technik und Altersbestimmung genutzt werden.

Wahlbereich 2: Deterministisches Chaos

| | |
|--|--|
| Einblick gewinnen in das Verhalten nichtlinearer Systeme | Kausalitätsprinzip, Determinismus und deterministisches Chaos |
| lineare und nichtlineare Systeme | mechanische und elektromagnetische Systeme |
| deterministisches Chaos | |
| nichtlineare Rückkopplung | Einsatz eines MMS Simulation zur Reflexion am Billardtisch mit kreisförmigem Hindernis erzwungene Schwingung in nichtlinearen Systemen: Schwingkreis |

| | |
|---|---|
| Chaos und Ordnung | mit nichtlinearen Bauelementen, Drehpendel mit Unwucht |
| Übergang ins Chaos | logistische Gleichung und Verhulst-Dynamik |
| Attraktoren | Zeitreihenanalyse und Herzrhythmus |
| eingeschränkte Vorhersagbarkeit | Räuber-Beute-Modelle |
| | Bifurkationsdiagramm |
| Sensitivität bezüglich der Anfangsbedingungen | Wettervorhersage; Prognosevergleich unterschiedlicher digitaler Quellen |
| Möglichkeit von Kurzzeitvorhersagen | Nichtlinearität bei Doppelpendel und getriebenem Einfachpendel |
| Erkennen der Chaosfähigkeit | Magnetpendel |

Quelle: Lehrplan Gymnasium Physik, Sächsisches Staatsministerium für Kultus.

「 Ein Satz 」 - Ergänzungen sind in pinken Boxen hervorgehoben.

Die Inhalte dieses Dokuments wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Es wird keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Inhalte verlinkter Webseiten übernommen. Jegliche Haftung ist ausgeschlossen.