

Schulinternes Fachcurriculum Physik Sekundarstufe II

1. Reihenfolge, Zeitpunkt und Dauer der Unterrichtseinheiten

Im folgenden Lehrplan ist die Reihenfolge der Themen innerhalb der gesamten Oberstufe verbindlich. Es wird davon ausgegangen, dass der Unterricht ganzjährig und dreistündig auf grundlegendem Niveau und fünfstündig auf erhöhtem Niveau erteilt wird. Sollte dies nicht der Fall sein, sind weitere situationsbezogene Absprachen notwendig.

Die Dauer einer Unterrichtseinheit sollte nicht kürzer als 8 Schulwochen sein. Eine genaue Dauer wird nicht festgelegt, um individuelle Schwerpunkte durch die Lehrkraft setzen zu können.

	Themengebiete
Einführungsphase	<ul style="list-style-type: none">• Dynamik inklusive Kinematik• Schwingungen und Wellen
Qualifikationsphase 1	<ul style="list-style-type: none">• Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen• Körper in statischen Feldern• Veränderliche elektromagnetische Felder
Qualifikationsphase 2	<ul style="list-style-type: none">• Quantenobjekte• Atomvorstellung• Wahlthema

2. Vereinbarungen zu den einzelnen Unterrichtseinheiten

Themen Einführungsphase 1. Halbjahr:

Dynamik und Kinematik:

Verbindliche Inhalte (grau: erhöhtes Niveau)

- Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung
- gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- freier Fall
- waagerechter Wurf
- Energieerhaltung
- Masse, Kraft, Beschleunigung
- Trägheitsprinzip
- Reibungskraft
- Impuls
- Impulserhaltung

Dynamik und Kinematik	
Aspekte	Vereinbarungen
Wortschatz	<ul style="list-style-type: none">- Kräfte wirken auf Körper.- Wirkt eine Kraft für einen Zeitraum auf einen Körper, so bewirkt sie eine Geschwindigkeitsänderung, die abhängig von der Masse des Körpers ist.- Vektorielle Größen (z.B. Kräfte, Impulse, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen) haben eine Richtung und einen Betrag.- Erhaltungsgrößen (z.B. Energie, Impuls) ändern sich innerhalb eines abgeschlossenen Systems nicht.- Die Geschwindigkeit ist die Änderung des Ortes nach der Zeit.- Die Beschleunigung ist die Änderung der Geschwindigkeit nach der Zeit.

Dynamik und Kinematik

Formeln

Grundgleichung der Mechanik

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

Kräfte

$$\text{Gewichtskraft } F_G = m \cdot g$$

$$\text{Federkraft } F_S = D \cdot s$$

$$\text{Strömungswiderstand } F_W = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

$$\text{Zentripetalkraft } F_R = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega \cdot r$$

Energie

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{spann} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$$

Impuls

$$p = m \cdot v$$

Bewegung

$$\text{Mittlere Geschwindigkeit / Beschleunigung } \bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}; \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\text{Momentane Geschwindigkeit / Beschleunigung } v(t) = \frac{ds}{dt}; a(t) = \frac{dv}{dt}$$

$$\text{Gleichförmige Bewegung } s(t) = v \cdot t + s_0; v = \textit{konstant}; a = 0$$

$$\text{Gleichmäßig beschleunigte Bewegung } s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0; v(t) = a \cdot t + v_0; a = \textit{konstant}$$

$$\text{Gleichförmige Kreisbewegung } \omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f; v = \omega \cdot r;$$

$$\omega = \textit{konstant}; a_r = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

Zentrale gerade Stöße

$$\text{Unelastisch: Geschwindigkeit nach dem Stoß } u = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{Elastisch: Geschwindigkeiten nach dem Stoß } u_1 =$$

$$\frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}; u_2 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot v_2 + 2m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2}$$

Dynamik und Kinematik

Kompetenzen

Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler...

- analysieren Bewegungen auch anhand von Bild- oder Videomaterial.
- identifizieren gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen als Spezialfälle allgemeiner Bewegungen.
- bestimmen Strecken, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen auch mit Methoden der Differenzial- und Integralrechnung.
- führen komplexere Bewegungen auf die Überlagerung von einfachen Bewegungen zurück.
- führen eine quantitative Analyse des waagerechten Wurfes durch.
- wenden den Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen an.
- beschreiben und berechnen Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen.
- nutzen ihr Wissen über den vektoriellen Charakter der Kraft zur Kräfteaddition und Kräftezerlegung.
- unterscheiden zwischen realen und idealisierten Bewegungen.
- modellieren reale Bewegungen mit Hilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge.
- sagen reale Bewegungen mithilfe iterativer Verfahren voraus.
- beschreiben Kräfte als Ursache von Impulsänderungen.
- erläutern den Impulserhaltungssatz an Beispielen.
- wenden den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen an.

Erkenntnisgewinnung

- Erstellung und Überprüfung von Hypothesen zu Bewegungen.
- Planung, Durchführung, Auswertung und Präsentation von Experimenten
- Messprinzipien: Bildanalyse, Lichtschranke, Magnetlineal, Handysensoren

Kommunikation

- Argumentation mit Grundgleichung der Mechanik, Energieerhaltung, Impulserhaltung und Unabhängigkeitsprinzip

Bewertung

- Darstellung von Bewegungen mittels Tabellen, Graphen und Funktionen
- Analyse von Graphen hinsichtlich Steigung und Fläche zur Beschreibung und Beurteilung von Bewegungen

Dynamik und Kinematik	
Zentrale Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Freier Fall (auch mit Strömungswiderstand, z.B. Fall eines Papiertrichters) - Waagerechter Wurf (z.B. Rampe mit Magnetschalter und parallelem freien Fall) - elastischer und unelastischer Stoß (z.B. Mekruphy, phET Animation)
Fächerübergreifende Arbeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Mathematik: Ableitungen
Themenübergreifendes Arbeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Bewegungen in radialsymmetrischen Feldern
Mögliche Projekte	<ul style="list-style-type: none"> - Turmspringen / Bungeespringen / Fallschirmsprung - Modellbildung mit Stella
Außerschulische Lernorte	<ul style="list-style-type: none"> - keine

Einführungsphase 2. Halbjahr

Schwingungen und Wellen

Verbindliche Inhalte (grau: erhöhtes Niveau)

- Mechanische und elektromagnetische Schwingungen: Schwingung, Schwingungsebene, Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Periodendauer
- charakteristische Größen elektromagnetischer Schwingungen und ihre Zusammenhänge: Frequenz, Periodendauer
- Schwingungsgleichung
- lineares Kraftgesetz
- gedämpfte Schwingungen
- Resonanz bei erzwungenen Schwingungen
- mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten
- charakteristische Größen harmonischer Wellen und ihre Zusammenhänge: Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit
- Erzeugung und Ausbreitung von Wellen, Huygens'sches Prinzip, Beugung, Brechung
- Wellengleichung
- Transversal- und Longitudinalwellen
- Dopplereffekt (qualitativ)
- Polarisierung
- Interferenzphänomene auch mit polychromatischem Licht
- Superposition, Interferenz am Doppelspalt und am Gitter
- Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht
- Interferometer

- stehende Wellen, Wellenlängen stehender Wellen
- Farben
 - elektromagnetisches Spektrum
 - diskrete und kontinuierliche Spektren
 - Emissions- und Absorptionsspektren

Schwingungen und Wellen	
Aspekte	Vereinbarungen
Wortschatz	<ul style="list-style-type: none"> - Schwingung, Schwingungsebene, Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Periodendauer, Ruhelage - Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Brechung, Beugung, Transversalwelle, Longitudinalwelle, Polarisierung, Interferenz, Elementarwelle, Kohärenz, Spaltmittabstand, Maxima/Minima k-ter Ordnung, Spaltbreite, Netzebenenabstand, Glanzwinkel, Doppelspalt, Gitter

Schwingungen und Wellen

Formeln

Schwingungen

$$\text{Periodendauer } T = \frac{1}{f}$$

$$\text{Kreisfrequenz } \omega = 2\pi \cdot f$$

$$\text{Lineares Kraftgesetz } \vec{F}(\vec{s}) = -D \cdot \vec{s}$$

Bewegungsgleichungen der ungedämpften harmonischen Schwingung

$$s(t) = s_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

$$v(t) = s_{max} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

$$a(t) = -s_{max} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$$

Periodendauer von Pendeln

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Wellen

Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle $c = \lambda \cdot f$

Wellenfunktion der harmonischen Welle $y(x, t) = y_{max} \cdot \sin(2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}))$

$$\text{Dopplereffekt } f_E = f_0 \cdot \frac{c \pm v_E}{c \mp v_S}$$

Doppelspalt

Maxima für $\frac{k \cdot \lambda}{g} = \sin \alpha_k$ mit $k = 0, 1, 2, \dots$

Minima für $\frac{(2k-1) \cdot \frac{\lambda}{2}}{g} = \sin \alpha_k$ mit $k = 1, 2, 3, \dots$

Kleinwinkelnäherung für Maxima $\lambda = \frac{g}{l} \cdot \frac{a_k}{k}$

Gitter

Hauptmaxima für $\frac{k \cdot \lambda}{g} = \sin \alpha_k$ mit $k = 0, 1, 2, \dots$

Einzelspalt

Minima für $\frac{k \cdot \lambda}{d} = \sin \alpha_k$ mit $k = 1, 2, 3, \dots$

Maxima ab erster Ordnung für $\frac{(2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2}}{d} = \sin \alpha_k$ mit $k = 1, 2, 3, \dots$

Dünne Schichten: Bragg-Beziehung $2d \cdot \sin \varphi_k = k \cdot \lambda$ mit $k = 1, 2, 3, \dots$

Schwingungen und Wellen

Kompetenzen

Fachwissen

- beschreiben Schwingungen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen.
- berechnen Schwingungsdauern und Frequenzen von Schwingungen anhand systembeschreibender Größen an den Beispielen Faden- und Federpendel, Wechselstrom, elektromagnetischer Schwingkreis
- stellen Schwingungen und Wellen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch dar und ermitteln aus der Schwingungsgleichung die charakteristischen Größen.
- erläutern Bedingungen für mechanische harmonische Schwingungen.
- beschreiben zeitliche Entwicklungen von Schwingungen unter Berücksichtigung von Dämpfung und Resonanz.
- vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten.
- beschreiben Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen.
- erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren und mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips.
- beschreiben die zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle mit Hilfe der Wellengleichung.
- erklären Unterschiede von Transversal- und Longitudinalwellen.
- wenden das Wellenkonzept zur Erklärung des Dopplereffekts an.
- untersuchen Polarisationsphänomene experimentell.
- nutzen die Polarisierbarkeit von Transversalwellen als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinalwellen.
- untersuchen Interferenzphänomene experimentell.
- erklären mithilfe des Huygens'schen Prinzips die Entstehung von Interferenzmustern und nennen Bedingungen für das Auftreten von Interferenz.
- berechnen die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen.
- bestimmen mit Hilfe der Interferenz die Wellenlänge der verwendeten Lichtquelle.
- beschreiben den Aufbau und erklären die Funktionsweise eines Interferometers.
- beschreiben die Überlagerung von reflektierten Wellen und erklären das Entstehen von stehenden Wellen.
- bestimmen die Wellenlängen bei stehenden Wellen.
- erklären das Entstehen eines Spektrums bei Interferenz mit weißem Licht.
- klassifizieren Bereiche des elektromagnetischen Spektrums anhand von Wellenlängen, Frequenzen und Energien.
- nutzen Spektren, um Eigenschaften der aussendenden Quelle zu bestimmen.

Schwingungen und Wellen	
Zentrale Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Federpendel - Fadenpendel - Wellenmodell mit gekoppelten Oszillatoren - Wellenwanne - Versuche zur Interferenz (z. B. Doppelspalt, Spaltgitter, Interferenz bei einer CD/Handydisplay, gekreuzte Gitter, ...) - Jamin Interferometer - Einzelspalt
Fächerübergreifende s Arbeiten	Mathematik: Ableitungen; Kleinwinkelnäherung \sin/\tan
Themenübergreifend es Arbeiten	
Mögliche Projekte	
Außerschulische Lernorte	

Themen Qualifikationsphase 1:

Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen

Verbindliche Inhalte (grau: erhöhtes Niveau):

- Grundlegende Eigenschaften von Feldern
- Elektrische Ladung
- Influenz
- Polarisaton
- Kräfte zwischen Ladungen
- Elektrische Feldstärke
- Feldlinien
- Äquipotentiallinien
- Coulombsches Gesetz
- Spannung und el. Feldstärke im Plattenkondensator
- Spannung und elektrische Feldstärke in beliebigen el. Feldern
- Potential und Potentialdifferenz
- Kapazität
- Gespeicherte Ladungsmenge
- Gespeicherte Energie
- Dielektrikum
- Auf- und Entladung eines Kondensators
- Magnetische Flussdichte
- Magnetische Feldlinien, Superposition und Abschirmung
- Halleffekt
- Magnetfeld einer langen stromdurchflossenen Spule

Elektrische und magnetische Felder	
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	<ul style="list-style-type: none"> - Positive und negative Ladung, Elektronen, Influenz, Polarisaton, Reibungselektrizität (triboelektrischer Effekt) - Elektrisches Feld, elektrische Feldstärke, Feldlinien, Radialfeld, homogenes Feld - Plattenkondensator - Elektrisches Potential, elektrische Spannung, Äquipotentiallinien - Kapazität, Dielektrikum - Energie - Magnetisches Feld, magnetische Flussdichte, stromdurchflossener Leiter, Spule - Halleffekt - Induktion, Relativbewegung, Induktionsspannung, Induktivität, Selbstinduktion, Wirbelstrom

Elektrische und magnetische Felder	
Aspekte	Vereinbarung
	<ul style="list-style-type: none"> - Kapazitiver und induktiver Widerstand, Blind- und Scheinwiderstand
Formeln	<p>Elektrische Feldstärke:</p> <ul style="list-style-type: none"> - allgemein: $E = \frac{F}{q}$ - Plattenkondensator: $E = \frac{U}{d}$ - Radialsymmetrisch: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$ <p>Spannung:</p> $U = \varphi_2 - \varphi_1$ <p>Coulombsches Gesetz:</p> $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}; \varphi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$ <p>Kondensator:</p> <ul style="list-style-type: none"> - allgemein $C = \frac{Q}{U}$ - Plattenkondensator: $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$ - entladen: $U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}; I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}$ - aufladen: $U(t) = U_0 \left(1 - e^{-\frac{1}{RC}t}\right)$ <p>Gespeicherte Energie:</p> $W = \frac{1}{2} Q \cdot U = \frac{1}{2} C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ <p>Magnetische Flussdichte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allgemein: $B = \frac{F}{I \cdot s}$ - Lange Spule: $B = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot I$ <p>Halleffekt:</p> $U_H = b \cdot v \cdot B = R_H \cdot \frac{I}{d} \cdot B$
Kompetenzen	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben und vergleichen die grundlegenden Eigenschaften von Feldern an Beispielen (qualitativ). - interpretieren Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen. - beschreiben die Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern. - erläutern den Zusammenhang von Kraft und elektrischer Feldstärke. - skizzieren elektrische Felder mittels Feldlinien und Äquipotenziallinien.

Elektrische und magnetische Felder	
Aspekte	Vereinbarung
	<ul style="list-style-type: none"> - beschreiben die Superposition von Feldern mittels Addition zweier feldbeschreibender Vektoren in der Ebene (zeichnerisch und quantitativ). - vergleichen das Gravitationsgesetz mit dem Coulomb'schen Gesetz. - wenden das Gravitationsgesetz und das Coulomb'schen Gesetz an. - beschreiben den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen Feld des Plattenkondensators. - erläutern den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern. - erläutern den Zusammenhang von potenzieller Energie einer Ladung und dem Potenzial im elektrischen Feld. - berechnen Kapazität und gespeicherte elektrische Energie eines Plattenkondensators. - beschreiben die Einsatzmöglichkeiten eines Kondensators als Energiespeicher und kapazitives Bauelement in Stromkreisen. - beschreiben das Verhalten eines Dielektrikums im elektrischen Feld. - beschreiben und begründen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke und Spannung bei Ladevorgängen und erläutern den Einfluss der Parameter Widerstand und Kapazität. - berechnen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Entladevorgängen mittels Exponentialfunktion. - berechnen den zeitlichen Verlauf von Stromstärke und Spannung beim Auf- und Entladevorgang eines Kondensators mittels Exponentialfunktion unter Berücksichtigung der Parameter Widerstand und Kapazität. - beschreiben und berechnen die Kräfte auf stromdurchflossene oder bewegte Leiter im Magnetfeld. - skizzieren das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer stromdurchflossenen Spule. - erläutern den Halleffekt. - messen die magnetische Flussdichte. - beschreiben den Einfluss von Stromstärke, Windungszahl, Spulenlänge und Medium im Inneren auf die magnetische Flussdichte einer Spule. - berechnen die magnetische Flussdichte um einen Leiter und in einer Spule. - berechnen die Energie des magnetischen Feldes einer Spule.
Zentrale Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Effekte zur Reibungselektrizität - Plattenkondensator - Experimente mit langen Spulen

Elektrische und magnetische Felder	
Aspekte	Vereinbarung
	- Stromwaage
Bezug zu anderen Fächern	Biologie: Reizweiterleitung in Nervenzellen
Bezug zu anderen Themen	
Mögliche Projekte	
Außerschulische Lernorte	DESY Schülerlabor

Körper in statischen Feldern:

Verbindliche Inhalte (grau: erhöhtes Niveau)

- Ladungen in homogenen elektrischen Feldern
- Bewegte Ladungen im homogenen Magnetfeld
- Potenzielle Energie im homogenen elektrischen Feld
- Energiebetrachtung beim Beschleunigen von geladenen Teilchen
- Kreisbewegungen von geladenen Teilchen in homogenen Magnetfeldern

Körper in statischen Feldern	
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	<ul style="list-style-type: none"> - Quantelung der Ladung, Elementarladung - Beschleunigung, Ablenkung - Lorentzkraft, - Spezifische Ladung, Massenspektrometer
Formeln	Beschleunigen: $v = \sqrt{2 \cdot \frac{q}{m} \cdot U}$ Lorentzkraft: $F = q \cdot v \cdot B$

Körper in statischen Feldern	
Aspekte	Vereinbarung
Kompetenzen	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben und berechnen die Kräfte auf Ladungen in elektrischen Feldern. - beschreiben und berechnen die Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld. - erläutern den Zusammenhang zwischen Kraft und magnetischer Flussdichte (Feldstärke). - analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld und vergleichen sie mit Bewegungen im Gravitationsfeld. - analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern. - berechnen die Geschwindigkeit und die Energie von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes. - erläutern und analysieren Experimente zur Bestimmung der Ladung und der Masse des Elektrons. - erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen beschleunigt beziehungsweise abgelenkt werden.
Zentrale Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Braunsche Röhre - Fadenstrahlrohr - Wienscher Geschwindigkeitsfilter
Bezug zu anderen Fächern	
Bezug zu anderen Themen	
Mögliche Projekte	
Außerschulische Lernorte	DESY Schülerlabor

Veränderliche elektromagnetische Felder:

Verbindliche Inhalte (grau: erhöhtes Niveau)

- Induktionsgesetz und Verwendung der mittleren Änderungsrate
- Magnetischer Fluss
- Induktionsgesetz in differentieller Form

- Induktivität
- Energie des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule
- Selbstinduktion bei Ein- und Ausschaltvorgängen
- Beispiele für technische Anwendung der Induktion
- Wirbelströme
- Elektromagnetische Schwingungen, kapazitive, induktive und ohmsche Widerstände
- Schwingkreise

Veränderliche elektromagnetische Felder	
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	
Formeln	<p>Induktion:</p> $U_{ind} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dot{\Phi}$ $U_{ind}(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{R}{L}t}; I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{R}{L}t}$ <p>Kapazitiver und induktiver Widerstand:</p> $X_L = \omega L; X_C = \frac{1}{\omega C}$ <p>Impedanz:</p> $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
Kompetenzen	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - erläutern und wenden das Induktionsgesetz in den Spezialfällen konstanter Fläche oder konstanter magnetischer Flussdichte an. - beschreiben den Zusammenhang zwischen der Richtung des Induktionsstroms und seiner Wirkung. - erläutern und wenden das Induktionsgesetz in differentieller Form an. - berechnen die Induktivität einer Spule. - erläutern das zeitliche Verhalten einer Spule im Stromkreis. - analysieren technische Anwendungen der Induktion (auch Wirbelströme). - analysieren elektromagnetische Schwingkreise. - berechnen frequenzabhängige Widerstände. - vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten.
Zentrale Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Verlauf der Spannung und Stromstärke an kapazitiven und induktiven Bauteilen - Versuche zur Lenzschen Regel - Elektromagnetischer Schwingkreis

Veränderliche elektromagnetische Felder	
Aspekte	Vereinbarung
Bezug zu anderen Fächern	
Bezug zu anderen Themen	
Mögliche Projekte	
Außerschulische Lernorte	DESY Schülerlabor

Themen Qualifikationsphase 2 1. Halbjahr:

Quantenobjekte:

Verbindliche Inhalte (grau: erhöhtes Niveau):

- grundlegende Aspekte der Quantentheorie: stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung, Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit
- quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus
- stochastische Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ)
- Delayed-Choice-Experiment
- Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen
- Photoeffekt
- Eigenschaften von Quantenobjekten (Photonen, Elektronen): Energie, Masse, Impuls, Frequenz, Wellenlänge
- de Broglie-Wellenlänge
- Röntgenbremsspektrum
- Bragg-Reflexion
- Ort-Impuls-Unbestimmtheit
- Compton-Effekt
- Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen

QUANTENPHYSIK UND MATERIE	
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	<ul style="list-style-type: none"> - Quant/Quanten, Photon, Elektron, Masse, Impuls, Frequenz, Wellenlänge - Welle-Teilchendualismus, Doppelspalt, Intensitätsverteilung - Interferenz, Vorhersagbarkeit, Superposition, Determiniertheit, Zufallsverteilung, Unschärferelation, Ortsunschärfe, Impulsunschärfe - Wellenfunktion, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsdichte, Auftreffwahrscheinlichkeit - Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus - Lichtelektrischer Effekt, Fotoelektronen, Austrittsenergie, Planck'sches Wirkungsquantum, Fotozelle - Elektronenbeugung, De-Broglie-Wellenlänge - Compton-Effekt, Compton-Wellenlänge - Röntgenstrahlung, Röntgenquant, kurzwellige Grenze der Röntgenstrahlung, Anodenstrahlung, Bremsstrahlung, kontinuierliches Spektrum
Formeln	<ul style="list-style-type: none"> - Photoeffekt: $E = E_{kin} + E_{Austritt} = hf$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} Js$ - $E = q_e U = hf$

QUANTENPHYSIK UND MATERIE	
Aspekte	Vereinbarung
	<ul style="list-style-type: none"> - $f = \frac{c}{\lambda}$ $c = 2,998 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ - Masse und Impuls Photon: $m_{ph} = \frac{hf}{c^2}$; $p_{ph} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$ - Bragg – Bedingung: $n \cdot \lambda = 2d \cdot \sin(\alpha)$ - Doppelspalt: <ul style="list-style-type: none"> o Maxima der Wellenlänge: $n \cdot \lambda = h \cdot \sin\alpha$ o Minima der Wellenlänge: $(2n - 1) \cdot \lambda = 2h \cdot \sin\alpha$ o Position der Maxima: $y = \frac{n \cdot \lambda \cdot x}{h}$ o Position der Minima: $y = \frac{(n-0,5) \cdot \lambda \cdot x}{h}$ <p>n...natürliche Zahl (Vielfaches) h...Spaltabstand x...Entfernung Schirm/Spalt</p> <ul style="list-style-type: none"> - De-Broglie Wellenlänge: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2m_e q_e U}}$ - Heisenberg's Unschärferelation: $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ oder $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$
Kompetenzen	<p>SuS...</p> <ul style="list-style-type: none"> - benennen und erklären grundlegende Aspekte der Quantentheorie - treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen - erläutern, dass sich der scheinbare Widerspruch des Welle-Teilchen-Dualismus durch eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation beheben lässt. - beschreiben die Probleme bei der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik - treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von stochastischen Aussagen - beschreiben den Zusammenhang zwischen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Quantenobjekten und der Wellenfunktion - beschreiben die Komplementarität von Quantenobjekten anhand eines Delayed-Choice-Experiments - beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten am Doppelspalt - werten Experimente zu Welleneigenschaft von Elektronen aus - erläutern die experimentellen Befunde zum Photoeffekt und werten sie aus - beschreiben das Verhalten des Lichts mithilfe von Teilcheneigenschaften - beschreiben die Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge von Quantenobjekten - berechnen Impulse beziehungsweise Wellenlängen von Quantenobjekten unter anderem mit Hilfe der de Broglie-Beziehung - erläutern die Entstehung der Röntgenbremsstrahlung

QUANTENPHYSIK UND MATERIE	
Aspekte	Vereinbarung
	<ul style="list-style-type: none"> - untersuchen mit Hilfe der Bragg-Reflexion Röntgenspektren - erläutern die Konsequenzen für ein Quantenobjekt hinsichtlich der Bestimmung von komplementären Größen - erläutern die Vorgänge beim Compton-Effekt - beschreiben Nachweismöglichkeiten für einzelne Photonen oder Elektronen.
Zentrale Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - lichtelektrischer Effekt; Umkehrung des lichtelektrischen Effekts mit LEDs - Elektronenbeugung - Fotoeffekt - Simulationen zum Doppelspalt - Röntgenspektrum
Bezug zu anderen Fächern	
Bezug zu anderen Themen	<ul style="list-style-type: none"> - Atomphysik
Mögliche Projekte	
Außerschulische Lernorte	

Atomvorstellungen:

- quantenmechanisches Atommodell (qualitativ)
- Orbitale des Wasserstoffatoms
- Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen Linienspektrum und Energieniveauschema
- Energieniveaus von Wasserstoff und wasserstoffähnlicher Atome
- Modell des eindimensionalen Potenzialtopfes mit unendlich hohen Wänden
- charakteristische Röntgenstrahlung
- Ausblick auf Mehrelektronensysteme
- Aufbau des Periodensystems
- Pauli-Prinzip

QUANTENPHYSIK UND MATERIE	
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	<ul style="list-style-type: none"> - Orbitale, Aufenthaltswahrscheinlichkeit - Emission, Absorption, kontinuierliches Spektrum, Linienspektrum

QUANTENPHYSIK UND MATERIE	
Aspekte	Vereinbarung
	<ul style="list-style-type: none"> - Energieniveauschema, Spektralserie des Wasserstoffatoms (Lyman-, Balmer-, Paschen-, Brackett-, Pfund-Serien) - Quantenzahlen (Haupt-, Neben-, Orientierungs-, Spinquantenzahl) - Pauli-Prinzip, Mehrelektronensysteme - (Lumineszenz, Laser???)
Formeln	<ul style="list-style-type: none"> - quantenhafte Absorption: $E_{kin} = q_e \cdot U_B = 4,9eV$ - Balmer-Formel für Wasserstoff: $f = C \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ $C = 3,288 \cdot 10^{15} Hz$; $m = 3,4,5,6$ - Spektralserie des Wasserstoffs: $E = hf = \frac{1}{8} \cdot \frac{Z^2 \cdot m_e \cdot q_e^4}{\epsilon_0^2 \cdot h^2} \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) f = Z^2 \cdot c \cdot R \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ Rydberg-Konstante R: $R = \frac{m_e \cdot q_e^4}{8c\epsilon_0^2 \cdot h^3} = 1,0973731 \cdot 10^7 m^{-1}$ - Moseley'sches Gesetz: $\Delta E = hf = 13,6eV \cdot (Z - 1)^2 \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ -
Kompetenzen	<p>SuS...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären die Bedeutung eines Orbitals als Veranschaulichung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron - erklären Emissions- und Absorptionsvorgänge als Energieabgabe und Anregung von Atomen - berechnen Linienspektren mit Hilfe von Energieniveaus für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome - berechnen diskrete Energiewerte für den Potenzialtopf - beschreiben Aufenthaltswahrscheinlichkeiten eines Elektrons im Potenzialtopf - erläutern die Konsequenzen der Unbestimmtheitsrelation für das Potenzialtopfmodell - erklären die Entstehung der charakteristischen Röntgenstrahlung - stellen den Aufbau des Periodensystems mit Hilfe der Quantenzahlen und des Pauli-Prinzips dar
Zentrale Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Franck-Hertz Versuch - Absorption und Emission von Natriumlicht - Wasserstoffspektrum - Röntgenspektrum
Bezug zu anderen Fächern	Chemie

QUANTENPHYSIK UND MATERIE	
Aspekte	Vereinbarung
Bezug zu anderen Themen	
Mögliche Projekte	
Außerschulische Lernorte	

Qualifikationsphase 2 2. Halbjahr:

Wahlthema nach Ermessen der Lehrkraft. Hierzu erfolgen keine konkreten Vorgaben, da auch der Zeitrahmen im 2. Halbjahr knapp bemessen ist. Folgende Vertiefungsthemen oder Kontexte (auch im Rahmen eines Profilseminars) sind möglich: Astronomie, Astrophysik, Relativitätstheorie, Kernphysik, Elementarteilchenphysik, Festkörperphysik, Thermodynamik, Klimaphysik, Biophysik, Ozean und Klima, Medizin und Sensorik, Elektromobilität

3. Fachsprache

Im Fach Physik wird der Übergang von der Alltags- zur Fachsprache gefordert, indem im Unterricht eine Bildungssprache angestrebt wird, die mit der Jahrgangsstufe zunehmend Elemente der Fachsprache enthält. Dazu verwenden wir im Physikunterricht unserer Schule folgende Methoden zur Sprachbildung.

Aufgaben mit Mustersätzen, Mustertexten, Lückentexten, Wortgeländern, Textpuzzle, Satzbaukasten, Kreuzworträtsel, ...

Umformulieren und Korrigieren von Sätzen, Definitionen, Aufgaben, ...

Bewertung unterschiedlicher vorgegebener Formulierungen und Texten

4. Medien, Lehr- und Arbeitsmittel

Der Fachschaft stehen für den Physikunterricht folgenden Medien zur Verfügung:

- Experimente, sowohl Schülerexperimente als auch Demonstrationsexperimente
- mit dem Cassy-System auch ein Computermesssystem
- über die Active-Panels oder Endgeräte können auch Simulationen zu Experimenten gezeigt werden (z.B. Leifi-Physik, Phet,...)
- ein Computereinsatz bietet sich bei der Auswertung von Versuchsdaten an (z.B. Excel zur Bestimmung von Ausgleichsgeraden....)

Als Lehrwerke wird in der Sekundarstufe II das Buch „Impulse Physik Oberstufe“ des Klett-Verlags verwendet. Der Einsatz von weiteren Medien unterliegt der Entscheidung der einzelnen Fachkraft.

5. Hilfsmittel

Verwendete Hilfsmittel sind, in Absprache mit der Mathematik Fachschaft, ein Taschenrechner mit KMK-Zulassung. Die Verwendung/Erstellung einer Formelsammlung unterliegt der Entscheidung der einzelnen Fachkraft.

6. Leistungsbewertung

Unterrichtsbeiträge

Die Unterrichtsbeiträge umfassen alle Leistungen, die sich auf die Mitarbeit und Mitgestaltung im Unterricht und im unterrichtlichen Kontext beziehen. Dabei können die folgenden Aspekte einbezogen werden:

- Beiträge im Unterrichtsgespräch, Beiträge im Gruppengespräch,
- Erledigung von Einzel- und Gruppenaufgaben,
- Ergebnispräsentationen,
- eigenständige Auswertung von Experimenten,
- eigenständiges Experimentieren,
- Referate,
- Hausaufgaben,
- Tests (maximal 20 min),
- Hefterführung

Leistungsnachweise

In der Sekundarstufe II pro Halbjahr eine 90minütige Klausur geschrieben. Klausurer-satzleistungen sind nicht vorgesehen. Bei der Erstellung der Klausuren ist auf die Vorgaben in den Fachanforderungen zu achten (S.66)

7. Überprüfung und Entwicklung

Zitat Leitfaden zu den Fachanforderungen Physik (S. 67)

„Die in diesem Curriculum getroffenen Festlegungen präzisieren den durch die Fach-anforderungen gegebenen Rahmen. Die Weiterentwicklung und gegebenenfalls Evaluation dieses schulinternen Fachcurriculums stellt eine ständige gemeinsame Aufgabe der Fachkonferenz dar. Die Gestaltung der Arbeit mit dem schulinternen Fach-curriculum basiert auf der koordinierten Zusammenarbeit der Physiklehrkräfte auch in Abstimmung mit anderen Fachschaften.“

Auf den Fachkonferenzen soll das Curriculum besprochen, weiterentwickelt bzw. angepasst werden. Ein Erfahrungsaustausch auch auf den „kurzen Dienstweg“ ist dafür wünschenswert.