

Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs

Lernbereich 1: Erhaltungssätze und ihre Anwendungen

12 Ustd.

<p>Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Bewegungsvorgänge</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existenzformen mechanischer Energie - abgeschlossene Systeme - Energieumwandlungen <p>Kennen der physikalischen Größe mechanische Arbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> - $W = \Delta E$ - $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$ - grafische Ermittlung <p>Übertragen der Kenntnisse auf die Quantifizierung der Existenzformen der mechanischen Energie</p> <p>Herleitung der Gleichungen: $E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$,</p> $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h, E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$ <p>Anwenden des Impulserhaltungssatzes auf ein-dimensionale Probleme</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ - zentrale unelastische und zentrale elastische Stöße - Kraftstoß $\Delta p = F \cdot \Delta t$ 	<p>potentielle Energie der Lage, Spannenergie, Bewegungsenergie der Translation und der Rotation</p> <p>System und Umgebung innere Energie</p> <p>qualitative Energiebilanzen</p> <p>Arbeit als die mit Kraft über die Systemgrenze übertragene Energie</p> <p>Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf mechanische Systeme</p> <p>⇒ Methodenbewusstsein</p> <p>Zweikörperprobleme Vorzeichen</p> <p>Massepunkte auf gleicher Wirkungslinie</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 2: Kräfte

18 Ustd.

<p>Anwenden der physikalischen Größe Kraft</p> <ul style="list-style-type: none"> - physikalische Erscheinung Reibung <ul style="list-style-type: none"> · Energieentwertung durch Reibung · Reibungsarbeit $W_R = F_R \cdot s$ · Superposition der Kräfte · vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften, Kräfte an der geneigten Ebene, $\vec{F}_G = \vec{F}_N + \vec{F}_H$ 	<p>Zunahme der inneren Energie des Systems</p> <p>Fahrzeugtechnik</p> <p>Sicherheit im Straßenverkehr</p> <p>Abrieb von Reifen, Kupplung und Bremsen als Ursache von Umweltverschmutzung</p> <p>⇒ Werteorientierung</p> <p>⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> · $F_R = \mu \cdot F_N$ · Luftreibung $F_{R, \text{Luft}} = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$ - Grundgesetz der Mechanik $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ - Wechselwirkungsgesetz $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$ - Kreisbewegung <ul style="list-style-type: none"> · Radialkraft $F_r = \frac{m \cdot v^2}{r}$, gleichförmige Kreisbewegung, $v = \omega \cdot r$ · Kurvenüberhöhungen, Loopingbahn <p>Problemlösen durch komplexes Anwenden von Energie- und Impulserhaltungssatz</p>	<p>Haft- und Gleitreibung</p> <p>Luftwiderstand → Kl. 10, LB 1</p> <p>grafische Deutung im $p(t)$ – Diagramm → MA, Gk 11/12, LB 1 → MA, Lk 11/12, LB 1</p> <p>ortsabhängige Gewichtskraft $\vec{F} = m \cdot \vec{g}$</p> <p>System und Umgebung</p> <p>Verkehrsphysik, Sport, ballistisches Pendel</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 3: Kinematik und Dynamik – Praktikum**18 Ustd.**

<p>Anwenden der experimentellen Verfahren zur kinematischen Untersuchung vielfältiger Bewegungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planen von Versuchsabläufen - rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten - Klassifikation durch Interpretation von Messreihen <ul style="list-style-type: none"> · $v(t) = \frac{ds}{dt}$, $a(t) = \frac{dv}{dt}$ und die Umkehrung durch grafische bzw. rechnergestützte numerische Integration · waagerechter Wurf, Superposition $x(t) = v_0 \cdot t, y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + y_0$ <p>Anwenden der Kenntnisse über Messunsicherheiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unterscheiden von Messunsicherheit und Messabweichung - qualitative und quantitative Diskussion Addition der absoluten Messunsicherheiten bei Summen und Differenzen bzw. Addition der relativen Messunsicherheiten bei Produkten und Quotienten 	<p>verschiedene Messverfahren: Stoppuhr, Lichtschranke, Ultraschallsonde</p> <p>⇒ Methodenbewusstsein</p> <p>gleichförmige, gleichmäßig und ungleichmäßig beschleunigte Bewegung; Videoanalyse</p> <p>Differenzen- und Differentialquotient Übertragung der Kenntnisse auf die Betrachtung von Orten, um die Vektoreigenschaft des Weges zu vernachlässigen → MA, Gk 11/ 12, LB 1 → MA, Lk 11/ 12, LB 1</p> <p>Einsatz eines MMS</p> <p>P(x y) als Ort eines Körpers in einem Bezugssystem</p> <p>Ursachen der Unsicherheit und Einfluss auf den Messwert</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 4: Modellbildung und Simulation**8 Ustd.**

<p>Kennen der Möglichkeit der Bildung von Modellen zur numerischen Beschreibung und zur Vorhersage des Verhaltens dynamischer Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> - gleichungsorientierte Modellbildung unter Nutzung der Arbeitsumgebung auf dem Computer - Modellbildungssystem oder Tabellenkalkulation <ul style="list-style-type: none"> · physikalische Beschreibung von ein-dimensionalen Bewegungen · Umsetzung in einen Algorithmus · grafische Auswertung - Simulation <ul style="list-style-type: none"> · Variation von Parametern · Vergleich mit eigenen Prognosen und dem Realexperiment · Grenzen 	<p>geradlinige Bewegungen Kugel fällt in Luft ⇒ Methodenbewusstsein</p> <p>Zustandsgrößen, Änderungsraten, Einflussgrößen</p> <p>System von Differenzen- und Funktionsgleichungen</p> <p>Ziele der Simulation: Experimentieren auf der Modellebene, Erklärung, Prognose, Entscheidung</p> <p>Unterscheidung von zufälligen und deterministischen sowie von diskreten und kontinuierlichen Einflüssen</p> <p>Zuverlässigkeit, Manipulierbarkeit von Simulationsergebnissen ⇒ Medienbildung</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 5: Elektrisches Feld**24 Ustd.**

<p>Kennen der elektrischen Ladung als wesentliche Eigenschaft der Materie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften ruhender Ladungen, Wechselwirkungen zwischen elektrisch geladenen Körpern, Coulomb'sches Gesetz $F = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ - elektrischer Strom als gerichtete Bewegung von Ladungen, Stromstärke $I = \frac{dQ}{dt}$ <p>Kennen des Feldkonzeptes zur Beschreibung von Wechselwirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Begriff des Feldes am Beispiel des elektrischen Feldes - grundlegende Eigenschaften elektrischer Felder <ul style="list-style-type: none"> · Feldlinienmodell, Struktur elektrischer Felder · elektrisches Feld – Dipolfeld, Quelle und Senke - elektrische Feldstärke $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ 	<p>Simulation der Bewegung zweier Punktladungen mittels Modellbildung</p> <p>Faradays Feldidee</p> <p>Probeladung q</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anwenden der Kenntnisse auf die Untersuchung spezieller Felder, Superposition

- homogenes Feld, Radialfeld
 - zeichnerische Addition zweier elektrischer Feldstärkevektoren

Kennen der Eigenschaften von Kondensatoren

- Kapazität $C = \frac{Q}{U}$
- Plattenkondensator $E = \frac{U}{d}$, $C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d}$
- Isolatoren im elektrischen Feld, Dielektrikum ε_r

Anwenden von Kondensatoren

- Energiespeicher, $E_{el} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$, Sensor

- Auf- und Entladen

$$\cdot I(t) = I_0 \cdot e^{-\left(\frac{1}{R \cdot C}\right) \cdot t},$$

$$U(t) = U_0 \cdot \left[1 - e^{-\left(\frac{1}{R \cdot C}\right) \cdot t}\right]$$

$$\cdot I(t) = I_0 \cdot e^{-\left(\frac{1}{R \cdot C}\right) \cdot t},$$

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\left(\frac{1}{R \cdot C}\right) \cdot t}$$

- Einfluss der Parameter R und C
- SE: zeitlicher Verlauf von Stromstärke und Spannung für das Entladen
- Modellbildung und Simulation der Kondensatorentladung

Einblick gewinnen in Energieumwandlungen im homogenen elektrischen Feld

- Arbeit an geladenen Körpern im Feld, $\Delta E_{el} = W$, $W = q \cdot E \cdot s$
- potentielle Energie einer Probeladung
 - elektrisches Potential $\varphi = \frac{E_{pot}}{q}$
 - Spannung als Potentialdifferenz $U = \Delta\varphi$

Auslenkung eines Fadenpendels

Influenz, Polarisierung

rechnergestütztes Experimentieren

Zeitkonstante $\tau = R \cdot C$

Vergleich von Realexperiment und Modell

Äquipotentialflächen in homogenen und radialen Feldern

Lernbereich 6: Magnetisches Feld**10 Ustd.**

<p>Übertragen des Feldkonzeptes auf die Beschreibung der Umgebung von Permanentmagneten und stromdurchflossenen Leitern</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Eigenschaften magnetischer Felder <ul style="list-style-type: none"> · Feldlinienmodell, Struktur magnetischer Felder · magnetische Flussdichte \vec{B}, $B = \frac{F}{I \cdot \ell}$ <p>Anwenden der Kenntnisse auf die Untersuchung spezieller Felder - Superposition</p> <ul style="list-style-type: none"> - homogenes Feld - einfache nicht homogene Felder - Feld um einen geraden, stromdurchflossenen Leiter <p>Kennen der Eigenschaften von Spulen</p> <ul style="list-style-type: none"> - lange, schlanke Spule $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$ - Materie im Magnetfeld μ_r - SE: Flussdichte im Innenraum einer Spule <p>Anwenden von Spulen</p>	<p>Beispiele für Flussdichten ℓ als effektive Leiterlänge Winkelabhängigkeit Messung von Flussdichten</p> <p>experimentelle Bestimmung von μ_0</p> <p>Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen ϵ_r und μ_r</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 7: Geladene Teilchen bzw. Körper in statischen Feldern**20 Ustd.**

<p>Übertragen der Kenntnisse zur Kinematik, Dynamik und Energie auf die Bewegung in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kräfte auf geladene Teilchen im homogenen Magnetfeld <ul style="list-style-type: none"> · Lorentzkraft auf freie Ladungen $F_{\perp} = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$ · Kreisbahnen $r = \frac{v_s}{B \cdot \frac{q}{m}}$, Lorentzkraft als Radialkraft - Kräfte auf geladene Teilchen im homogenen elektrischen Feld <ul style="list-style-type: none"> · Millikan-Versuch · Beschleunigung im Längsfeld · $q \cdot U = \Delta E_{\text{kin}}$, Einheit 1eV 	<p>Fokussierung von Elektronenstrahlen</p> <p>v_s senkrechte Komponente der Geschwindigkeit Drei-Finger-Regel</p> <p>qualitative Diskussionen zu inhomogenen Feldern Elementarladung e</p> <p>→ Kl. 11, LB 5 Teilchenbeschleuniger, Nuklearmedizin</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs

Lernbereich 1: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen

18 Ustd.

<p>Kennen der zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Schwingungen erforderlichen charakteristischen Größen und ihrer Zusammenhänge</p> <ul style="list-style-type: none"> - lineares Kraftgesetz $F = -D \cdot y$ - $y(t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $v(t) = \frac{dy}{dt}$, $a(t) = \frac{d^2y}{dt^2}$ <p style="padding-left: 40px;">Federpendel; Fadenpendel, auch mit Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energieerhaltung <p>Anwenden der Kenntnisse zur Modellbildung auf die Untersuchung gedämpfter Schwingungen</p> <p style="padding-left: 20px;">Simulation von Reibungseffekten</p> <ul style="list-style-type: none"> · unterschiedliches Abklingverhalten · Vergleich mit Realexperiment <p>Kennen der Voraussetzungen für das Entstehen von Resonanz</p> <ul style="list-style-type: none"> - erzwungene Schwingung f_0, f_E - Phasenverschiebung φ <p>Übertragen der Kenntnisse auf elektromagnetische Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenfrequenz eines elektromagnetischen Schwingkreises $f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$ - Energieerhaltung <p>Anwenden der Kenntnisse auf den Vergleich mechanischer und elektromagnetischer Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - energetischer Aspekt - Modellbildung und Simulation 	<p>ungedämpfte Schwingungen</p> <p>Richtgröße D für verschiedene Schwinger</p> <p>dynamische Bestimmung der Federkonstanten durch Messung mit Beschleunigungssensor</p> <p>Dämpfung durch konstante bzw. durch geschwindigkeitsabhängige Kräfte</p> <p>Einsatz eines MMS zum Untersuchen mechanischer Schwingungen</p> <p>Rückkopplungsprinzip</p> <p>rechnergestütztes Experimentieren Visualisierung durch Simulationen</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Kennen der zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Wellen erforderlichen charakteristischen Größen und ihrer Zusammenhänge

- Beschreiben einer linear fortschreitenden Welle
- Transversal- und Longitudinalwellen, lineare Polarisation

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

- Wellenfront und Wellennormale, Phasengeschwindigkeit $v = \lambda \cdot f$
- Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$

Anwenden der Interferenz auf stehende transversale Wellen

- Ableitung aus der Wellengleichung
$$y(x, t) = y_{\max} \cdot \sin \left[2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right]$$
- 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
$$n = \frac{c_0}{c}, \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$
- Beugung und Interferenz von Licht
 - Interferenz am Doppelspalt und am Gitter auch mit polychromatischem Licht für die Lage der Maxima gilt:
$$\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}, \sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$$

- Kl. 10, LB 2
- Kl. 10, LB 4
- GEO, Gk 11, LB 1

Interpretation $y(x)$ - und $y(t)$ -Diagramm

Wasserwellen, Schallwellen
Absorption, Streuung

Huygens'sches Prinzip

schwingende Saite, Blasinstrumente

- Kl. 10, LBW 2

Methoden zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

- Kl. 10, LB 4
- Beurteilen der Möglichkeit der Kleinwinkelnäherung

<ul style="list-style-type: none"> · Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht für die Lage der Maxima (außer 0. Ordnung) gilt: $\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}, \quad \sin \alpha_k = \frac{(2 \cdot k + 1) \cdot \lambda}{2 \cdot d}$ · SE: Wellenlänge von Licht - Licht als transversale Wellenerscheinung, Polarisierung <p>Anwenden der Kenntnisse über Wellenoptik zum Erklären optischer Geräte</p> <p>Interferometer</p>	<p>Beurteilen der Möglichkeit der Kleinwinkelnäherung</p> <p>Brewster'sches Gesetz</p> <p>kohärentes Licht</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 3: Praktikum Optik und Schwingungen 12 Ustd.

<p>Problemlösen durch Experimentieren</p> <p>Aufgaben aus den Bereichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Optik</p> <p>Beherrschen der Analyse von Messunsicherheiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planung von Versuchsabläufen</p> <p>⇒ Methodenbewusstsein: Messen</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 4: Quantenobjekte 20 Ustd.

<p>Kennen der Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Photonen als Quantenobjekte</p> <ul style="list-style-type: none"> - äußerer lichtelektrischer Effekt <ul style="list-style-type: none"> · 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 $p = \frac{h}{\lambda}$ - Äquivalenz von Energie und Masse $E = m \cdot c^2, m = \frac{h \cdot f}{c^2}$ 	<p>Umkehrung des lichtelektrischen Effekts bei Leuchtdioden</p> <p>Widersprüche zur Wellentheorie des Lichts aufzeigen</p> <p>Kometenschweif</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Übertragen der Kenntnisse auf andere Quantenobjekte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beugung - de-Broglie-Wellenlänge $\lambda = \frac{h}{p}$ - Unterschiede zu Photonen <p>Kennen grundlegender Aspekte der Quantentheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> - stochastische Vorhersagbarkeit <ul style="list-style-type: none"> · Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung · Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ) · Komplementarität - quantenphysikalisches Weltbild <ul style="list-style-type: none"> · 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 - Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen 	<p>Interferenzerscheinungen bei Elektronen, Neutronen, Atomen und Molekülen</p> <p>Doppelspaltexperiment bei geringer Intensität Interferenz einzelner Photonen Interferenz einzelner Elektronen Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Computersimulation</p> <p>Richard Feynman: „Quantenobjekte sind weder Welle noch Teilchen, sondern etwas Drittes!“</p> <p>Nichtlokalität der Quantenobjekte; Kopenhagener Deutung; Quantenphysik und Philosophie</p> <p>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</p> <p>Grundgedanke der verzögerten Quantenwahl, Quantenradierer</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 5: Atomvorstellungen**20 Ustd.**

<p>Einblick gewinnen in die Entwicklung der Atomvorstellungen</p> <p>Atommodelle von Thomson, Rutherford und Bohr</p> <p>Kennen des Zusammenhangs von Energieniveauschema und diskretem Spektrum</p> <ul style="list-style-type: none"> - diskrete Energiezustände in der Atomhülle 	<p>Streuversuche, Leistungsfähigkeit und Grenzen</p> <p>⇒ Methodenbewusstsein: Arbeit mit Modellen</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> - Energiestufenmodell, quantenmechanisches Atommodell, stehende Elektronenwellen, Orbitale des Wasserstoffatoms zur Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron - Modell des eindimensionalen Potentialtopfs, $E_n = \frac{h^2}{8 \cdot m_e \cdot a^2} \cdot n^2$ · Ausblick auf Mehrelektronensysteme · Pauli-Prinzip · Orbitale - experimentelle Befunde zum Energieaustausch mit Atomen <ul style="list-style-type: none"> · quantenhafte Emission, Wasserstoffatom · quantenhafte Absorption <p>Einblick gewinnen in das Prinzip der Lumineszenz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fluoreszenz - Phosphoreszenz <p>Kennen des Prinzips der Entstehung, der Eigenschaften und der Anwendung von Laserstrahlung</p> <p>Kennen des Prinzips der Entstehung des kontinuierlichen und diskreten Röntgenspektrums</p>	<p>→ CH, Lk 11, LB 1</p> <p>Leistungsfähigkeit und Grenzen</p> <p>Aufnahme von Spektren am Computer mit entsprechender Verarbeitungssoftware</p> <p>Resonanzabsorption, Fraunhofer'sche Linien, Franck-Hertz-Versuch</p> <p>Nachweis von UV-Licht, Sicherheitsmerkmale von Banknoten, nachleuchtende Warnschilder Chemo- und Elektrolumineszenz, Lumineszenzen im Tierreich</p> <p>optische Speichermedien</p> <p>Computertomographie</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lernbereich 6: Thermodynamik 20 Ustd.

<p>Kennen des allgemeinen Gasgesetzes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zustandsgleichung für das ideale Gas $\frac{p \cdot V}{T} = \text{konst.}$ - isochore, isobare und isotherme Zustandsänderung - $p \cdot V = n \cdot R_0 \cdot T$ <p>Anwenden des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> - erster Hauptsatz $\Delta U = Q + W$ <ul style="list-style-type: none"> · Volumenarbeit $W = - \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV$ 	<p>Normzustand eines Gases</p> <p>$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$</p> <p>→ CH, Kl. 9, LB 2</p> <p>Avogadro'sche Zahl, spezifische Gaskonstante $p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T$</p> <p>spezielle Zustandsänderungen</p> <p>→ MA, Gk 11/12, LB 5, → MA, Lk 11/12, LB 5</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> · 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 <ul style="list-style-type: none"> · $p(V)$ – Diagramm · Wirkungsgrad - maximaler Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$, $\eta = -\frac{W}{Q}$ - Umkehrung des Carnot'schen Kreisprozesses als Prinzip einer Wärmepumpe bzw. Kältemaschine <ul style="list-style-type: none"> · $p(V)$ – Diagramm · Leistungszahlen - Betrachtung eines technischen Kreisprozesses im $p(V)$ – Diagramm <ul style="list-style-type: none"> Stirling'scher Kreisprozess <p>Anwenden des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik</p> <p>reversible und irreversible Prozesse</p> <p>Sich positionieren zur Verwendung und Bedeutung von Wärmekraftmaschinen und zur gegenwärtigen Energienutzung</p>	<p>Ausblick: Flüssigkeiten und Festkörper</p> $U = m \cdot c_v \cdot T$ <p>Berechnung</p> <p>reale Wirkungsgrade</p> <p>reale Leistungszahlen</p> <p>Übertragen auf mechanische Sachverhalte</p> <p>Zukunft der Verbrennungsmotoren, Vergleich der Umweltbilanzen verschiedener Antriebsarten</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Wahlbereich 1: Radioaktivität

<p>Beurteilen der Radioaktivität als Erscheinung der Natur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strahlungsarten α, β, γ - Quellen natürlicher Radioaktivität, Nulleffekt <p>Anwenden der Kenntnisse zu Eigenschaften von Atomkernen auf Kernumwandlungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - A, Z, N von Isotopen in der Nuklidkarte - Kernumwandlungsgleichungen <ul style="list-style-type: none"> · Alpha-Zerfall · Beta-Zerfall, Neutrino 	<p>Henri Becquerel, Marie Curie</p> <p>ionisierende Wirkung, Durchdringungsfähigkeit, Ablenkung in elektrischen und magnetischen Feldern</p> <p>Höhenstrahlung, Bodenstrahlung, Eigenstrahlung</p> <p>→ Kl. 9, LB 2</p> <p>ausgewählte Zerfallsreihen, Tunneleffekt, künstliche Isotope</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Anwenden der Kenntnisse bei der Nutzung radioaktiver Strahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zerfallsgesetz, Halbwertszeit $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ - Aktivität $A = -\frac{dN}{dt}$ - Wechselwirkung von Strahlung und Materie <p>Sich positionieren zu Chancen und Risiken der Nutzung der Radioaktivität</p>	<p>N als Erwartungswert, statistisches Gesetz</p> <p>Altersbestimmung von Gesteinen und archäologischen Befunden, C-14-Methode</p> <p>Alpha-Partikel, Ionisation Anwendungen aus Medizin und Technik</p> <p>zivile und militärische Anwendungen ⇒ Reflexions- und Diskursfähigkeit ⇒ Werteorientierung</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Wahlbereich 2: Deterministisches Chaos

<p>Einblick gewinnen in das Verhalten nichtlinearer Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> - lineare und nichtlineare Systeme - deterministisches Chaos nichtlineare Rückkopplung - Chaos und Ordnung <ul style="list-style-type: none"> · Übergang ins Chaos · Attraktoren - eingeschränkte Vorhersagbarkeit <ul style="list-style-type: none"> · Sensitivität bezüglich der Anfangsbedingungen · Möglichkeit von Kurzzeitvorhersagen · Erkennen der Chaosfähigkeit 	<p>Kausalitätsprinzip, Determinismus und deterministisches Chaos</p> <p>mechanische und elektromagnetische Systeme</p> <p>Einsatz eines MMS Simulation zur Reflexion am Billardtisch mit kreisförmigem Hindernis erzwungene Schwingung in nichtlinearen Systemen: Schwingkreis mit nichtlinearen Bauelementen, Drehpendel mit Unwucht</p> <p>logistische Gleichung und Verhulst-Dynamik Zeitreihenanalyse und Herzrhythmus Räuber-Beute-Modelle</p> <p>Bifurkationsdiagramm</p> <p>Wettervorhersage; Prognosevergleich unterschiedlicher digitaler Quellen Nichtlinearität bei Doppelpendel und getriebenem Einfachpendel</p> <p>Magnetpendel</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------