

Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs

Lernbereich 1: Erhaltungssätze und ihre Anwendungen

20 Ustd.

Einblick gewinnen in die Entwicklung der Mechanik zum grundlegenden Teilgebiet der gesamten Physik

klassische Mechanik

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Bewegungsvorgänge

- Existenzformen mechanischer Energie
- abgeschlossene Systeme
- Energieumwandlungen

Kennen der physikalischen Größe mechanische Arbeit

- $W = \Delta E$
- $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$
- grafische Ermittlung

Übertragen der Kenntnisse auf die Quantifizierung der Existenzformen der mechanischen Energie

Herleitung der Gleichungen: $E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$;

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h; E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$$

Kennen der physikalischen Erscheinung Reibung

- Energieentwertung durch Reibung
- Reibungsarbeit $W_R = F_R \cdot s$
- Reibungszahlen $\mu = \frac{F_R}{F_N}$
- Luftreibung $F_{R;\text{Luft}} = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$

Kennen des Begriffs Wirkungsgrad eines mechanischen Systems

- mechanische Leistung als Geschwindigkeit der Energieübertragung $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$; $P = F \cdot v$
- $\eta = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{aufg}}}$

Anwenden des Impulserhaltungssatzes auf eindimensionale Probleme

- $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$
- zentrale unelastische und zentrale elastische Stöße

historischer Überblick, der die Bedeutung der Mechanik als „vorstellbare Physik“ und damit als Grundlage für Modellvorstellungen hervorhebt
erste Theorien der Bewegungslehre

Leistungen und Grenzen

potentielle Energie der Lage, Spannenergie, Bewegungsenergie der Translation und der Rotation

innere Energie

qualitative Energiebilanzen

Arbeit als die mit Kraft über die Systemgrenze übertragene Energie

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf mechanische Systeme

⇒ Methodenbewusstsein

Zunahme der inneren Energie des Systems

Haft- und Gleitreibung
Sicherheit im Straßenverkehr

⇒ Werteorientierung

Fahrphysik: Höchstgeschwindigkeit radgetriebener Fahrzeuge

Größenordnungen bei praktischen Sachverhalten

Zweikörperprobleme
Vorzeichen

Massepunkte auf gleicher Wirkungslinie

- Kraftstoß $\Delta p = F \cdot \Delta t$

Problemlösen durch komplexes Anwenden von Energie- und Impulserhaltungssatz

Verkehrsphysik, Sport, ballistisches Pendel

Lernbereich 2: Kinematik geradliniger Bewegungen

12 Ustd.

Anwenden der experimentellen Verfahren zur kinematischen Untersuchung vielfältiger Bewegungen

- rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten
- Klassifikation durch Interpretation von Messreihen
 - grafische Deutung von Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit
 - Gewinnen der $v(t)$ - und $a(t)$ -Diagramme;
 $v(t) = \frac{ds}{dt}$, $a(t) = \frac{dv}{dt}$ und die Umkehrung durch grafische bzw. rechnergestützte numerische Integration

Übertragen der Kenntnisse auf verschiedene Bewegungsarten

- gleichförmige Bewegung
 $s(t) = v \cdot t + s_0$
- gleichmäßig beschleunigte Bewegung
 $s(t) = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$; $v(t) = a \cdot t + v_0$
- ungleichmäßig beschleunigte Bewegung
- verschiedene Lösungsstrategien

verschiedene Messverfahren: z. B. Stoppuhr, Lichtschranke, Ultraschallsonde

⇒ Methodenbewusstsein

gleichförmige, gleichmäßig- und ungleichmäßig beschleunigte Bewegung

Differenzen- und Differenzialquotient

→ MA, Gk 11, LB 1

→ MA, Lk 11, LB 1

Einsatz GTR oder Computer

realitätsnahe Überholvorgänge; Treffpunkte bzw. Trefforte (aufeinander zu bzw. zeitversetzt vom gleichen Ort oder von verschiedenen Orten aus mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bzw. Bewegungsarten)

freier Fall als Spezialfall; Fallturm

Raketenstart; Fallbewegungen in Luft

Nutzung von Gleichungen unter Kenntnis derer Gültigkeitsbedingungen
 Nutzung von grafischen Darstellungen
 systematisches Probieren

Lernbereich 3: Newton'sche Gesetze und deren Anwendungen

8 Ustd.

Anwenden der drei Newton'schen Gesetze auf vielfältige Beispiele aus dem Alltag

- Beschreiben der Wechselwirkungen zwischen einem mechanischen System und seiner Umgebung durch Kräfte
 - vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften
 - Kräfte an der geeigneten Ebene

Zusammenhang zwischen gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Entwicklung
 Beitrag Newtons zur Entstehung eines modernen astronomischen Weltbildes

- Trägheitsgesetz - Grundgesetz der Mechanik $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ - Wechselwirkungsgesetz $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$	Beschleunigungssensoren, Airbagsensoren ortsabhängige Gewichtskraft; $\vec{F} = m \cdot \vec{g}$ grafische Deutung im $p(t)$-Diagramm → MA, Gk 11, LB 2 System und Umgebung; Unterscheidung zwischen Gleichgewichts- und Wechselwirkungskräften
--	--

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

Kennen der Möglichkeit der Bildung von Modellen zur numerischen Beschreibung und zur Vorhersage des Verhaltens dynamischer Systeme - gleichungsorientierte Modellbildung unter Nutzung der Arbeitsumgebung auf dem Computer - Modellbildungssystem oder Tabellenkalkulation · physikalische Beschreibung von ein-dimensionalen Bewegungen · Umsetzung in einen Algorithmus · grafische Auswertung - Simulation · Variation von Parametern · Vergleich mit eigenen Prognosen und dem Realexperiment · Grenzen	geradlinige Bewegungen Kugel fällt in Luft ⇒ Methodenbewusstsein Zustandsgrößen, Änderungsraten, Einflussgrößen System von Differenzen- und Funktionsgleichungen Ziele der Simulation: Experimentieren auf der Modellebene, Erklärung, Prognose, Entscheidung Unterscheidung von zufälligen und deterministischen sowie von diskreten und kontinuierlichen Einflüssen
--	--

Lernbereich 5: Krummlinige Bewegungen**10 Ustd.**

Anwenden des erworbenen Wissens auf die dynamische Betrachtung von krummlinigen Bewegungen - Radialkraft $F_r = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ - Kreisbewegung Bahngeschwindigkeit $v = \omega \cdot r$ Kennen der Möglichkeit, Wurfbewegungen analytisch zu untersuchen - Superposition - Bewegungsgleichungen für a, v und s in Parameterform $s_x(t) = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha$ $s_y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha + s_{0y}$	Kurvenüberhöhungen, Loopingbahn Klassifizierung der Wurfarten Nutzung des Parametermodus zur Untersuchung
---	--

Übertragen der Kenntnisse auf die Untersuchung vielfältiger Sachverhalte

Simulation von Wurf- und Kreisbewegungen

Bahnkurven im Sport: Wurfsporarten, Sprungsporarten

Realbedingungen

Bahnkurven im Sport unter Beachtung des Luftwiderstands (keine Superposition)

Lernbereich 6: Einblick in die Relativitätstheorie

8 Ustd.

Kennen der Postulate und grundlegender Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie

- klassisches Relativitätsprinzip
- Michelson-Experiment
- Relativitätsprinzip
- Relativität der Gleichzeitigkeit
- Zeitdilatation
- Längenkontraktion
- Relativität der Masse
- Äquivalenz von Masse und Energie
 $E = m \cdot c^2$

Einblick gewinnen in ausgewählte Aussagen der Allgemeinen Relativitätstheorie

Satellitenavigationssysteme

Begriff Inertialsystem; Galilei-Transformation

Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit

Experimente mit bewegten Atomuhren

Myonenzerfall, Raumzeit

klassische Mechanik als Sonderfall der Speziellen Relativitätstheorie

Gravitation und gekrümmte Raumzeit; Experimente mit Atomuhren; schwarze Löcher im Kosmos; Theorie des Urknalls

→ RE/e, Lk 12, LB 2

Lernbereich 7: Elektrisches Feld

14 Ustd.

Kennen der elektrischen Ladung als wesentliche Eigenschaft der Materie

- Eigenschaften ruhender Ladungen,
Coulomb'sches Gesetz $F = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2}$
- elektrischer Strom als gerichtete Bewegung von Ladungen, Stromstärke $I = \frac{dQ}{dt}$

Kennen der Faraday'schen Nahwirkungstheorie zur Beschreibung der Umgebung elektrischer Ladungen

- Darstellung und Eigenschaften elektrischer Felder
- elektrische Feldstärke $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$

Einblick gewinnen in Energieumwandlungen im homogenen elektrischen Feld

Arbeit an geladenen Körpern im Feld

$$\Delta E_{\text{el}} = W ; W = Q \cdot E \cdot s$$

Faradays Feldidee

Feldlinienbilder, Influenz, Polarisation
Faraday'scher Käfig; Gewitter

Die Änderung der potentiellen Energie des Systems Körper-Feld ist nur von Anfangs- und Endpunkt abhängig.

Anwenden der Kenntnisse auf die Untersuchung spezieller Felder - homogenes Feld $E = \frac{U}{d}$ - radiales Feld Kennen der Möglichkeit, durch Kondensatoren Ladungen und Energie zu speichern - Kapazität $C = \frac{Q}{U}$ - SE: Entladekurve - Modellbildung und Simulation der Kondensatorentladung - Isolatoren im elektrischen Feld - Kapazität des Plattenkondensators $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ - Energiezufuhr während des Aufladevorgangs $E_{\text{el}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$	Plattenkondensator verschiedene Bauformen rechnergestütztes Experimentieren Vergleich von Realexperiment und Modell Dielektrikum ϵ_r; qualitative Diskussion
---	---

Lernbereich 8: Magnetisches Feld	10 Ustd.
---	-----------------

Einblick gewinnen in die Entwicklung des Wissens über Magnetismus und dessen Anwendung - Eigenschaften der Permanentmagnete - Magnetismus in der Umgebung bewegter Ladungen Übertragen der Kenntnisse über physikalische Felder auf die Beschreibung der Umgebung von Permanentmagneten und stromdurchflossenen Leitern - magnetisches Feld - Darstellung und Eigenschaften magnetischer Felder - magnetische Flussdichte $\vec{B}$; $B = \frac{F}{I \cdot \ell}$ - Innenraum einer langen, schlanken Spule $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$ - Materie im Magnetfeld μ_r	Erdmagnetfeld, Magnetisierung, Elementarmagnete, Kräfte gerader Leiter, Spule, Elektronenstrahl Beispiele für Flussdichten ℓ ist die effektive Leiterlänge Winkelabhängigkeit experimentelle Bestimmung von μ_0 Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen ϵ_r und μ_r
---	--

Lernbereich 9: Geladene Teilchen in Feldern**12 Ustd.**

Einblick gewinnen in die Geschichte der experimentellen Bestimmung fundamentaler Naturkonstanten

Millikan-Versuch

Übertragen der Kenntnisse zur kinematisch-dynamischen Betrachtung von Bewegungsvorgängen bzw. deren Untersuchung mit Hilfe von Erhaltungssätzen

- geladene Teilchen im homogenen Magnetfeld
 - Lorentzkraft auf freie Ladungen

$$\vec{F}_L = Q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B} \cdot \sin \alpha$$
 - Kreisbahnen $r = \frac{v_s}{B \cdot \frac{Q}{m}}$
- geladene Teilchen im homogenen elektrischen Feld
 - Beschleunigung im Längsfeld

$$Q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2; \text{ Einheit } 1\text{eV}$$
 - Ablenkung im Querfeld
- geladene Teilchen im Einfluss beider Felder
 - spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m}$
 - Hall-Effekt $B = \frac{n \cdot e \cdot d}{I} \cdot U_H$
 - Geschwindigkeitsfilter

Sich positionieren zum Verhältnis von Aufwand und Nutzen technischer Anwendungen

- Prinzip eines Linear- oder Zirkularbeschleunigers
- Prinzip des Massenspektrometers

Elementarladung e

Polarlichter
magnetische Linse
Elektronenmikroskop

Fokussierung von Elektronenstrahlen

Lorentzkraft als Radialkraft
 v_s ... senkrechte Komponente der Geschwindigkeit

qualitative Diskussionen zu inhomogenen Feldern

Braun'sche Röhre

Analogie zu Wurfbewegungen

Linearmotor, Zyklotron DESY
Herstellung von Radiopharmaka

Lernbereich 10: Elektromagnetische Induktion**15 Ustd.**

Kennen des Induktionsgesetzes

- Betrag der Induktionsspannung durch zeitliche Änderung der wirksamen Fläche

$$U_{\text{ind}} = N \cdot B \cdot \frac{dA}{dt}; A = A_0 \cdot \cos \varphi$$
- Betrag der Induktionsspannung durch zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte

$$U_{\text{ind}} = N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$$
- Induktionsgesetz $U_{\text{ind}} = N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$
 magnetischer Fluss $\Phi = B \cdot A$

→ Kl. 9, LB 2

Generatorprinzip

Transformatorprinzip

vereinfachte Betrachtung ohne Vorzeichen

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Induktionsvorgänge - Lenz'sches Gesetz; $U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$ - Induktionsspannung und Lorentzkraft $U_{\text{ind}} = B \cdot v_s \cdot \ell$ - Selbstinduktion als induktive Rückwirkung auf den eigenen Stromkreis · experimentelle Befunde, rechnergestütztes Experimentieren · Herleitung $U = -L \cdot \frac{dI}{dt}; L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot A}{\ell}$ · Modellbildung und Simulation des Einschaltvorgangs einer Spule im Gleichstromkreis - Energiespeicherung im Magnetfeld lange, stromdurchflossene Spule $E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$	Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile Wirbelströme: Induktionsherd, Hometrainer, Free-Fall-Tower Induktion durch Leiterbewegung Drei-Finger-Regel $I(t)$ – und $U(t)$ – Diagramme Ausschaltvorgang einer Spule im Gleichstromkreis
--	--

Lernbereich 11: Physikalisches Praktikum**13 Ustd.**

Problemlösen durch Experimentieren - Aufgaben aus Mechanik und Elektrizitätslehre - rechnergestütztes Auswerten von Messwerten - Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planen von Versuchsabläufen Kennen des Einflusses von Messunsicherheiten - Unterscheiden von systematischen und zufälligen Fehlern - qualitative und quantitative Diskussion	⇒ Problemlösestrategien Experimente zu beschleunigter Bewegung, Wurfbewegungen, Stoßvorgängen; Entladung eines Kondensators; Verhalten von Spulen beim Ein- und Ausschalten bzw. im Wechselstromkreis; Kennlinie von Bauelementen (je nach Wahlthema) Addition der absoluten Fehler bei Summen und Differenzen bzw. Addition der relativen Fehler bei Produkten und Quotienten
---	---

Wahlpflicht 1: Physik des Fahrens**10 Ustd.**

Einblick gewinnen in Probleme des Straßenverkehrs sowie in die Hauptursachen für Unfälle	Recherche bzw. Diskussion mit Fahrschule oder Verkehrspolizei; Faustformeln ⇒ Wertorientierung
---	--

Anwenden der Kenntnisse zu Modellbildung und Simulation auf Bewegungsprobleme bei Beteiligung von mindestens drei Fahrzeugen Kennen der Probleme bei der Übertragung der Antriebskraft des Motors auf die Unterlage - Anfahren und Bremsen - Kurvenfahrten · Vergleich des Fahrverhaltens von heck- und frontgetriebenen Fahrzeugen · Schienenfahrzeuge Kennen der Wirkprinzipien elektronischer Fahr- sicherheitssysteme und Beurteilen ihrer Möglich- keiten	Überholvorgänge mit Gegenverkehr und Beschleunigungsphasen Autos und Eisenbahn $a_{\max} = g$ Kurvenüberhöhung, Kurvenradius Airbag, Antiblockiersystem (ABS) Antischlupfregelung (ASR) elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)
--	--

Wahlpflicht 2: Leitungsvorgänge in Halbleitern 10 Ustd.

Einblick gewinnen in die Grundlagen der Leitungsvorgänge in Halbleitern - Erklärung der elektrischen Leitungsvorgänge · Bandaufspaltung im Festkörper · Eigenleitung, n- und p-Leitung - Vorgänge im pn-Übergang im Bändermodell - SE: Halbleiterdiode Beurteilen der Möglichkeiten des Einsatzes von Bipolar- und Unipolartransistor - npn-Bipolartransistor und MOSFET · Wirkprinzipien · Kennlinien - Schaltungsbeispiele	Energiebänder, Bandlücken reine und dotierte Halbleiter Sperr- und Durchlasspolung Prinzip des Addierers mit FET Reglungsschaltungen mit FET
---	--

Wahlpflicht 3: Messen und Modellieren 10 Ustd.

Kennen der Möglichkeit, Messreihen mit Modellen zu vergleichen - Erfassen und Auswerten von Messreihen mit Hilfe der Videoanalyse - computergestütztes Erfassen und Auswer- ten von Messreihen mit Hilfe von Mess- schnittstellen - Bewegung in Feldern	Nutzen geeigneter Software Beschleunigen von Fahrzeugen, Fallbewegungen, reale Wurfbahnen, Beschleunigung beim Bogen- schießen, teilelastische Stoßvorgänge Bewegungen auf der Luftkissenbahn mit Luftwiderstand (Luftballon), dynamische Auftriebskraft am Tragflügel, Bewegungsabläufe beim Sport Bewegungen im Gravitationsfeld, Ellipsen- bahnen, spiralförmige Bewegung von Ladungs- trägern im Magnetfeld
--	---

Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs

Lernbereich 1: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen

22 Ustd.

Kennen der Merkmale zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Schwingungen - lineares Kraftgesetz $F = -D \cdot y$ - $y(t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$; $v(t) = \frac{dy}{dt}$; $a(t) = \frac{d^2y}{dt^2}$ - Energieerhaltung Anwenden der Kenntnisse zur Modellbildung auf die Untersuchung gedämpfter Schwingungen - Simulation von Reibungseffekten · unterschiedliches Abklingverhalten · Vergleich mit Realexperiment Kennen der Voraussetzungen für das Entstehen von Resonanz - erzwungene Schwingung f_0, f_E - Phasenverschiebung φ Übertragen der Kenntnisse auf die Vorgänge im elektromagnetischen Schwingkreis - Eigenfrequenz $f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$ - Energieerhaltung - Rückkopplungsprinzip Übertragen der Kenntnisse auf den Wechselstromkreis - $u = u_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t$ - Phasenverschiebung φ, $i = i_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t - \varphi)$ - Ohm'sches Bauelement, Spule und Kondensator · frequenzabhängige Blindwiderstände $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$; $X_L = \omega \cdot L$ · Reihenschaltungen von R, L, C (Siebkette), Scheinwiderstand $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$; $Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$ · Reihenresonanz und deren Anwendung bei Frequenzfiltern · Zeigerdiagramme	ungedämpfte Schwingungen Richtgröße D für verschiedene Schwinger → MA, Lk 12, LBW 3 Dämpfung durch konstante bzw. durch geschwindigkeitsabhängige Kräfte Einsatz GTR oder Computer zum Untersuchen mechanischer Schwingungen Rückkopplungsprinzip Visualisierung durch Simulationen rechnergestütztes Messen Rückkopplungsschaltung vom Experiment zur Gleichung U_{eff}; I_{eff}; Blackbox; Erklärungen Lautsprecher-mehrwegesysteme → MA, Kl. 10, LBW 1
--	---

Lernbereich 2: Wellen als vielschichtige Naturerscheinung**15 Ustd.**

Beurteilen von Wellen mit Hilfe charakteristischer Merkmale	→ Kl. 10, LB 1 → Kl. 10, LB 3 → Kl. 10, LB 4 → GEO, Gk 11, LB 1
- Beschreiben einer linear fortschreitenden Welle $y(x,t) = y_{\max} \cdot \sin\left[2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$	Interpretation $y(x)$ – und $y(t)$ – Diagramm
- Transversal- und Longitudinalwellen Anwenden des Huygens'schen Prinzips auf die Reflexion, Brechung und Beugung von Wellen	Wasserwellen, Schallwellen Absorption, Streuung
- Wellenfront und Wellennormale, Phasengeschwindigkeit $v = \lambda \cdot f$ - Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$	geometrische Herleitung
Anwenden der Interferenz auf stehende Wellen	Ableitung aus der Wellengleichung schwingende Saite, Blasinstrumente Nachweis bei Hertz'schen Wellen und Mikrowellen
- festes und loses Ende - Bäuche und Knoten Übertragen der Kenntnisse über Welleneigenschaften auf Licht	
- 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 $\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}; \sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$ · Interferenz durch Reflexion an dünnen Schichten · Bestimmung der Wellenlänge von Licht - Kohärenz des Lichts - Licht als transversale Wellenerscheinung, Polarisation	Methoden zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit
Anwenden der Kenntnisse über Strahlen- und Wellenoptik zum Erklären optischer Geräte	→ Kl. 10, LB 3 Seifenhaut, Ölfilm Spaltblende; Laser Brewster'sches Gesetz Strahlengänge an optischen Geräten Entspiegeln von Linsen, LCD-Anzeige

Lernbereich 3: Praktikum Optik und Schwingungen**8 Ustd.**

Problemlösen durch Experimentieren Aufgaben aus den Bereichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Optik Beherrschen der Analyse von Messunsicherheiten - Unterscheidung: systematische und zufällige Fehler - qualitative und quantitative Diskussion	Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planung von Versuchsabläufen ⇒ Methodenbewusstsein: Messen Addition der absoluten Fehler bei Summen und Differenzen bzw. Addition der relativen Fehler bei Produkten und Quotienten
---	--

Lernbereich 4: Grundlagen der Quantenphysik**15 Ustd.**

Kennen der Photonen als Quantenobjekte - äußerer lichtelektrischer Effekt Gegenfeldmethode - Einstein'sche Gleichung und ihre Interpretation $E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_A$ · Grenzfrequenz · Einsteins Lichtquantenhypothese $E = h \cdot f$ - Masse und Impuls des Photons $m = \frac{h \cdot f}{c^2}$; $p = \frac{h}{\lambda}$ Kennen der Elektronen als Quantenobjekte - Elektronenbeugung - De-Broglie-Wellenlänge $\lambda = \frac{h}{p}$ - Unterschiede zwischen Elektronen und Photonen Einblick gewinnen in den Zusammenhang von Wellen- und Teilcheneigenschaften bei Quantenobjekten Doppelspaltexperiment bei geringer Intensität · Interferenz einzelner Photonen · Interferenz einzelner Elektronen	Umkehrung des lichtelektrischen Effekts bei Leuchtdioden Gewinnen der Gleichung aus empirischen Befunden Widersprüche zur Wellentheorie des Lichts aufzeigen Kometenschweif Interferenzerscheinungen bei Neutronen und Atomen Richard Feynman: „Quantenobjekte sind weder Welle noch Teilchen, sondern etwas Drittes!“ Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Computersimulation
---	--

Einblick gewinnen in Interpretationsprobleme der Quantenphysik

- Besonderheiten des quantenphysikalischen Messprozesses
- Heisenberg'sche Unschärferelation
 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$

Nichtlokalität der Quantenobjekte; Kopenhagener Deutung; Quantenphysik und Philosophie

Lernbereich 5: Grundlagen der Atomphysik

18 Ustd.

Einblick gewinnen in die Entwicklung der Atomvorstellung

- Entdeckung des Elektrons
- Entdeckung des Atomkerns

Kennen experimenteller Befunde zum Energieaustausch mit Atomen

- quantenhafte Emission von Licht
 - Linienspektren
 - Wasserstoff-Spektrum,
 Serien-Formel $f = R_y \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$

- Resonanzabsorption
- Franck-Hertz-Versuch

Beurteilen der Leistungsfähigkeit und Grenzen des Bohr'schen Atommodells

- Energie auf Bohr'schen Bahnen

$$E_n = - \frac{m_e \cdot e^4}{8h^2 \cdot \epsilon_0^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$
- Notwendigkeit des Übergangs zum quantenmechanischen Atommodell

Einblick gewinnen in Grundannahmen des quantenphysikalischen Atommodells

- Elektronen im Potentialtopf
- Energie im Potentialtopf
- Coulomb-Potential
- Orbitale

Einblick gewinnen in das Prinzip der Lumineszenz

- Fluoreszenz
- Phosphoreszenz

Kennen des Prinzips der Entstehung, der Eigenschaften und der Anwendung von Laserstrahlung

Ölfleckversuch

Thomson'sches Atommodell

Rutherford'sches Atommodell

Balmer-Serie

mit Neon und Quecksilber

Bohr'sche Postulate

Energietermschema

natürliche Breite der Spektrallinien

⇒ Methodenbewusstsein: Arbeit mit Modellen

Hauptquantenzahl n

$$E_n = \frac{h^2}{8m_e \cdot a^2} \cdot n^2$$

Nachweis von UV-Licht, Sicherheitsmerkmale von Banknoten, nachleuchtende Warnschilder Chemo- und Elektrolumineszenz, Lumineszenzen im Tierreich

optische Speichermedien

Lernbereich 6: Eigenschaften der Atomkerne**17 Ustd.**

Beurteilen der Radioaktivität als Erscheinung der Natur - Nachweis und Eigenschaften, Strahlungsarten α, β, γ · Geiger-Müller-Zählrohr · Nebelkammer - Quellen natürlicher Radioaktivität, Nulleffekt Anwenden der Kenntnisse zu Eigenschaften von Atomkernen auf Kernumwandlungen - Vergleich von Kern- und Atomradius, Kern- und Atommasse - Tröpfchenmodell - Deuten der Instabilität von Kernen - A, Z, N von Isotopen in der Nuklidkarte - Kernumwandlungsgleichungen · Alpha-Zerfall · Beta-Zerfall, Neutrino Übertragen energetischer Betrachtungen auf Kernprozesse - Massedefekt und Bindungsenergie $E_B = \Delta m \cdot c^2$ - Bindungsenergie pro Nukleon in Abhängigkeit von der Massenzahl Kernspaltung, Kernfusion Anwenden der Kenntnisse bei der Nutzung radioaktiver Strahlung - Altersbestimmung von Gesteinen und archäologischen Befunden · Zerfallsgesetz, Halbwertszeit $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ · Aktivität $A = -\frac{dN}{dt}$ · C-14-Methode - Wechselwirkung von Strahlung und Materie · Abklingverhalten · Absorptionsvorgänge · Strahlenschutz, Äquivalentdosis $D_q = \frac{E}{m} \cdot q$ Sich positionieren zu Chancen und Risiken der Nutzung der Radioaktivität	Henri Becquerel, Marie Curie ionisierende Wirkung, Durchdringungsfähigkeit, Ablenkung in elektrischen und magnetischen Feldern Szintillationszähler Blasenkammer Höhenstrahlung, Bodenstrahlung, Eigenstrahlung Nutzung des Tröpfchenmodells → Lk 11, LB 9 ausgewählte Zerfallsreihen; Tunneleffekt künstliche Isotope N als Erwartungswert, statistisches Gesetz Alpha-Peek, Ionisation Qualitätsfaktor q zivile und militärische Anwendungen ⇒ Reflexions- und Diskursfähigkeit ⇒ Wertorientierung
---	--

Lernbereich 7: Thermodynamik**15 Ustd.**

Kennen des allgemeinen Gasgesetzes - Zustandsgleichung für das ideale Gas $\frac{p \cdot V}{T} = \text{konst.}$ - isochore, isobare und isotherme Zustandsänderung - $p \cdot V = n \cdot R_0 \cdot T$ Anwenden des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik - erster Hauptsatz $\Delta U = Q + W$ · Volumenarbeit $W = - \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV$ · Wärme $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ · c_p und c_v · adiabatische Zustandsänderung · innere Energie - Stirling'scher Kreisprozess $p(V)$ – Diagramm - Wirkungsgrad von Kreisprozessen · maximaler Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ · Betrachtung eines technischen Kreisprozesses im $p(V)$ – Diagramm Kennen des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik reversible und irreversible Prozesse Sich positionieren zur Verwendung und Bedeutung von Wärmekraftmaschinen und zur gegenwärtigen Energienutzung	Normzustand eines Gases $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$ → CH, Kl. 9, LB 2 Avogadro'sche Zahl, spezifische Gaskonstante $p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T$ spezielle Zustandsänderungen → MA, Gk 12, LB 1 → MA, Lk 12, LB 1 Ausblick: Flüssigkeiten und Festkörper $U = m \cdot c_v \cdot T$ Berechnung reale Wirkungsgrade Carnot'scher und Stirling'scher Kreisprozess idealisierte und reale Kreisprozesse Wärmepumpe, Otto-Motor, Diesel-Motor historische Bedeutung der Dampfmaschine, Trends in der Entwicklung von Verbrennungsmotoren → GE, Lk 11, LB 2
---	--

Wahlpflicht 1: Deterministisches Chaos**10 Ustd.**

Einblick gewinnen in das Verhalten nichtlinearer Systeme - lineare und nichtlineare Systeme - deterministisches Chaos - nichtlineare Rückkopplung - Chaos und Ordnung · Übergang ins Chaos · Attraktoren - eingeschränkte Vorhersagbarkeit · Sensitivität bezüglich der Anfangsbedingungen · Möglichkeit von Kurzzeitvorhersagen · Erkennen der Chaosfähigkeit	Kausalitätsprinzip, Determinismus und deterministisches Chaos mechanische und elektromagnetische Systeme Einsatz GTR oder Computer Simulation zur Reflexion am Billardtisch mit kreisförmigem Hindernis erzwungene Schwingung in nichtlinearen Systemen: Schwingkreis mit nichtlinearen Bauelementen, Drehpendel mit Unwucht logistische Gleichung und Verhulst-Dynamik Zeitreihenanalyse und Herzrhythmus Räuber-Beute-Modelle Bifurkationsdiagramm Wettervorhersage; Nichtlinearität bei Doppelpendel und getriebenem Einfachpendel Magnetpendel
--	---

Wahlpflicht 2: Kinetische Gastheorie**10 Ustd.**

Anwenden der Kenntnisse der kinetischen Gastheorie auf makrophysikalisch beobachtbare Erscheinungen - Grundannahmen des Modells „ideales Gas“ - Grundaussagen der kinetischen Gastheorie · kinetisch-statistische Deutung der Größe Druck · Gleichverteilung der Teilchen eines idealen Gases · Energieverteilung der Teilchen im idealen Gas - Herleitung der Grundgleichung der kinetischen Gastheorie $p \cdot V = \frac{2}{3} \cdot N \cdot \overline{E_{\text{kin}}} ; p \cdot V = \frac{1}{3} \cdot N \cdot m_T \cdot \overline{v^2}$ - Zusammenhang: Teilchengeschwindigkeit und Gasdruck - mittlere kinetische Energie der Teilchen einatomiger Gase und Temperatur $\overline{E_{\text{kin}}} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T ; \text{ Boltzmann-Konstante } k$ - Diffusion	Grad der Übereinstimmung des Modells mit realen Gasen Teilchenmodell; qualitative Deutung Nutzen von Simulationsprogrammen statistischer Charakter des Teilchenverhaltens $p = \frac{1}{3} \cdot \rho \cdot \overline{v^2}$ Versuch von Stern Crookes'sches Radiometer Osmose, Brown'sche Bewegung
---	--