

Fachoberschule

Ausbildungsrichtung Technik

PHYSIK

Fachprofil: Die Naturwissenschaften bestimmen heute das Denken des Menschen, seine Einstellung zu Natur und Umwelt sowie sein Handeln in hohem Maß. Dem Physikunterricht kommt zusammen mit dem Unterricht in Chemie und Technologie/Informatik die Aufgabe zu, Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu wecken und die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, durch vertiefte Kenntnisse die Zusammenhänge in Natur und Technik besser zu verstehen.

Im Physikunterricht sollen folgende übergeordnete Ziele angestrebt werden:

- Verständnis für die exakte Festlegung physikalischer Größen;
- Einsicht in die zentrale Bedeutung des Experimentes in der Physik;
- Fähigkeit, Experimente zu beschreiben, durchzuführen, auszuwerten und die Genauigkeit von Messergebnissen zu beurteilen;
- Gewandtheit im Gebrauch der Fachsprache sowie im Umgang mit Formeln und Größengleichungen;
- Einsicht, dass Gesetze und Modelle nur innerhalb bestimmter Grenzen ihre Gültigkeit haben;
- Bewusstsein, dass physikalische Erkenntnisse in der Technik Anwendung finden;
- Offenheit für Probleme des Umweltschutzes und Bereitschaft, durch sparsamen Umgang mit Rohstoffen zur Verbesserung der Umweltbedingungen beizutragen;
- Einsicht in die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Unfallverhütung.

Ausgehend von den Lerninhalten der Mittelstufe sollen physikalische Begriffe und Strukturen erarbeitet und physikalische Methoden entwickelt werden. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der physikalisch sachgerechten Darstellung und ihrer exakten fachsprachlichen Formulierung.

In der Jahrgangsstufe 11 werden ausgehend von der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler grundlegende Begriffe der Mechanik wie Kraft, Masse und Energie behandelt. Im physikalischen Praktikum können die Schülerinnen und Schüler bei der gemeinsamen Bearbeitung und Lösung physikalischer Aufgabenstellungen ihr Wissen und ihre experimentellen Fähigkeiten festigen und erweitern sowie die Fähigkeit zur Teamarbeit entwickeln.

In der Jahrgangsstufe 12 wird unter verstärkter Einbeziehung der Mathematik zunächst mit Impuls und Schwingung die Mechanik abgerundet. Der Schwerpunkt dieser Jahrgangsstufe liegt in der vergleichenden Betrachtung von Gravitationsfeld, elektrischem Feld und Magnetfeld. Das Denken der Schülerinnen und Schüler in Analogien soll dadurch gefördert werden.

Der zunehmenden Bedeutung des Computers in Forschung und Technik als Hilfsmittel bei Simulation und Messwerterfassung bzw. -verarbeitung soll im Unterricht Rechnung getragen werden. Die enge Verzahnung der Physik mit Mathematik, Technologie/Informatik und Chemie, die auch den Schülerinnen und Schülern verdeutlicht werden soll, erfordert eine intensive Zusammenarbeit der Lehrkräfte.

Jahrgangsstufe 11

Lerngebiete:	11.1 Geradlinige Bewegung	32 Std.
	11.2 Kraft und Masse	13 Std.
	11.3 Kreisbewegung	14 Std.
	11.4 Arbeit, Energie, Leistung	<u>17 Std.</u>
	Summe	76 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

11.1 Geradlinige Bewegung

32 Std.

11.1.1 Bewegung mit konstanter
Geschwindigkeit

Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungsabläufe in Abhängigkeit vom Bezugssystem beschreiben und verschiedenen Grundbewegungsarten zuordnen. Aus der Beobachtung einer geradlinigen Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit sind sie in der Lage, mit Hilfe von Bezugssystemen die Ortsveränderungen zu beschreiben und mit geeigneten Diagrammen graphisch darzustellen. Sie können Problemstellungen aus der geradlinigen Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit rechnerisch und zeichnerisch lösen. Sie erfahren, dass Bewegungen sich unabhängig voneinander überlagern können, und sind in der Lage dieses Prinzip anzuwenden.

Grundbewegungsarten:

- Translation
- Rotation

Bewegung als Ortsveränderung in einem Bezugssystem

Beschreibung der Bewegung mit Hilfe von Ortsvektoren und Koordinaten

Abhängigkeit der Beschreibung von der Wahl des Bezugssystems

Geschwindigkeit als abgeleitete Größe:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Geschwindigkeit als Vektor;

Unterscheidung zwischen Betrag und Koordinate

Koordinatengleichung:

$$x = x_0 + v \cdot t$$

Einfache Bewegungen aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler aufgreifen

Verdeutlichen, dass die Begriffe "Ruhe" und "Bewegung" relativ sind

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Darstellung von Bewegungen im - x(t)-Diagramm - v(t)-Diagramm	Auswerten von Fahrbahnmessdaten
	Interpretation von - Geradensteigung im x(t)-Diagramm - Fläche im v(t)-Diagramm	
	Vektorielle Addition von Geschwindigkeiten: - Berechnung nur im rechtwinkligen Dreieck - graphische Lösung auch bei beliebigen Winkeln zwischen den Vektoren	Z.B. Bewegung eines Flugzeugs bei Seitenwind

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

11.1.2 Bewegung mit
konstanter
Beschleunigung

Die Schülerinnen und Schüler verstehen die physikalische Definition der Beschleunigung und können die Gesetzmäßigkeiten der geradlinigen Bewegung mit konstanter Beschleunigung aus Messwerten durch graphische und rechnerische Methoden entwickeln. Durch die Diskussion der Auswertungen erschließt sich ihnen der Einfluss von Anfangsbedingungen einer geradlinigen, konstant beschleunigten Bewegung. Sie entwickeln die allgemeinen Bewegungsgleichungen und wenden diese auch im Hinblick auf die Überlagerung beschleunigter Bewegungen an.

Beschleunigung als abgeleitete Größe:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Beschleunigung als Vektor

Mittlere Geschwindigkeit
Momentangeschwindigkeit

Darstellung der Bewegung mit

- x(t)-Diagramm
- v(t)-Diagramm
- a(t)-Diagramm

Koordinatengleichungen:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

Freier Fall, Messung der
Fallbeschleunigung

Auswertung von Messversuchen

Vorbereitung der Begriffe Sekantensteigung und
Tangentensteigung für den Mathematikunterricht

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

11.2 Kraft und Masse

13 Std.

Die Schülerinnen und Schüler erschließen sich durch Auswerten geeigneter Versuchswerte den Zusammenhang zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung. Sie sind in der Lage diesen Zusammenhang unter Zuhilfenahme von Kräfteplänen anzuwenden.

Erstes Newton'sches Gesetz
(Trägheitsprinzip)

Zweites Newton'sches Gesetz ($\vec{F} = m \cdot \vec{a}$)

Drittes Newton'sches Gesetz
(Wechselwirkungsprinzip)

Kräftepläne

Bewegungen mit und ohne Reibung:
- Antriebs- und Bremsvorgänge
- geneigte Ebene

Messversuche und Auswertung an einer horizontalen Fahrbahn
Die konstante Beschleunigung kann durch eine umgelenkte Gewichtskraft bewirkt werden.

Herausstellen, dass die Summe aller auf einen Massenpunkt wirkenden Kräfte die resultierende Kraft ist, die den Körper beschleunigt.

Anwendungsbeispiele aus dem Straßenverkehr heranziehen

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

11.3 Kreisbewegung

14 Std.

Anknüpfend an die Grundbegriffe der geradlinigen Bewegung werden die Schülerinnen und Schüler mit den charakteristischen Größen einer Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit vertraut. Sie erkennen, dass die Kreisbewegung eine beschleunigte Bewegung ist, die eine Kraft erfordert. Anhand verschiedener Beispiele werden die Schülerinnen und Schüler befähigt Kreisbewegungen aus der Natur und der Technik quantitativ zu erfassen.

Umlaufdauer
Drehfrequenz
Winkelgeschwindigkeit
Bahngeschwindigkeit
Zentralbeschleunigung

$$a_z = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r}$$

Zentralkraft

Zentrifugalkraft im rotierenden Bezugssystem

Verdeutlichen, dass stets gilt: $\vec{a}_z \perp \vec{v}$

Formel deduktiv herleiten

Experimentelle Untersuchung der Zentralkraft

Herausstellen, dass ein Körper, der im ruhenden Bezugssystem eine Kreisbewegung beschreibt, im entsprechenden rotierenden Bezugssystem ruht

Beispiele für Anwendungsaufgaben: Erdrotation, Zentrifuge, Kettenkarussell, Fahrzeuge auf Kreisbahnen, Kurvenüberhöhung
Auf das Erstellen von Kräfteplänen unter Beachtung des Bezugssystems sollte besonderer Wert gelegt werden.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
<p>11.4 Arbeit, Energie, Leistung</p> <p>Ausgehend vom Arbeitsbegriff der Mittelstufe erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass die an einem Körper verrichtete Arbeit gleich seiner Energieänderung ist. Anhand von Beispielen sollen die Schülerinnen und Schüler die Tragfähigkeit des Energieerhaltungssatzes als wirksames Instrument zur Lösung physikalischer Aufgaben erkennen und zur selbständigen Anwendung fähig werden.</p>	<p>Arbeit bei konstanter Kraft als Skalarprodukt von Kraft und Weg</p> <p>Interpretation der Fläche im $F(x)$-Diagramm als Arbeit auch bei nicht konstanter Kraft</p> <p>Arten von Arbeit:</p> <ul style="list-style-type: none">- Hubarbeit- Beschleunigungsarbeit- Reibungsarbeit- Spannarbeit <p>Energie als Arbeitsvermögen eines Körpers:</p> <ul style="list-style-type: none">- potentielle Energie:<ul style="list-style-type: none">LageenergieSpannenergie- kinetische Energie- Wärmeenergie <p>Gesetz über die Energieerhaltung in einem abgeschlossenen System</p>	<p>17 Std.</p> <p>Vorbereitung des Integralbegriffs Formulierung der Arbeit als bestimmtes Integral dann, wenn das Integral im Mathematikunterricht eingeführt worden ist</p> <p>Am Sonderfall der geneigten Ebene kann die Unabhängigkeit der Hubarbeit vom Weg gezeigt werden.</p> <p>Herleitung mit Hilfe des $F(x)$-Diagramms</p> <p>Heranziehen von Beispielen: freier Fall, Fadenpendel, Federpendel, Schleifenbahn, Pumpspeicherwerk Sonderfall: Erhaltung der mechanischen Energie in einem</p>

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

reibungsfreien, abgeschlossenen System

Erweiterung des Arbeitsbegriffs:
 $W = \Delta E$

Unabhängigkeit der Hubarbeit vom Weg herausstellen
Klarstellen, dass an einem Körper negative Arbeit verrichtet wird, wenn dessen Gesamtenergie abnimmt

Mittlere Leistung: $P_m = \frac{\Delta E}{\Delta t}$

Beispiele: Auto, Kraftwerk, Mensch

Leistung: $P = \dot{\mathbf{F}} \cdot \dot{\mathbf{r}}$

Der Ansatz $P = \dot{E}$ wird im Mathematikunterricht nach Einführung der Ableitung bereitgestellt.

Wirkungsgrad

Fachoberschule

Ausbildungsrichtung Technik

PHYSIKALISCHES PRAKTIKUM

Lerngebiet: Messen physikalischer Größen, Fehlerrechnung

38 Std

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

Anhand einfacher, gemeinsam durchgeführter Versuche erhalten die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in das sachgerechte physikalische Experimentieren. Sie lernen unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften und der erforderlichen Sorgfalt, physikalische Versuche aufzubauen und sinnvolle Messreihen aufzunehmen. Sie können die Messergebnisse graphisch und rechnerisch auswerten und bezüglich der Gültigkeitsgrenzen kritisch hinterfragen.

Hinweis: Die im Folgenden mit ● gekennzeichneten Versuche sind verbindlich. Versuche, die mit **m** gekennzeichnet sind, können darüber hinaus zur Vertiefung und Einübung durchgeführt werden.

Versuche zur Mechanik:

- Dichtebestimmung von regelmäßig und unregelmäßig geformten Körpern
 - Nachweis des Hooke'schen Gesetzes und Bestimmung der Federkonstanten
- m** Bestimmung der Federkonstanten mit Hilfe der Periodendauer einer Schwingung

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
<p>Sie erkennen, dass bei einer Messung Fehler auftreten und können zwischen systematischen und zufälligen Fehlern unterscheiden. Die Schülerinnen und Schüler können bei einer direkten Messgröße die absolute und relative Messunsicherheit abschätzen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass bei einer indirekten Messgröße die Unsicherheiten der Eingangsgrößen das Ergebnis beeinflussen. Mit Hilfe der direkten numerischen Größtfehlerrechnung können sie aus den Unsicherheiten der Eingangsgrößen die Unsicherheit des Ergebnisses ermitteln. Die Schülerinnen und Schüler lernen bei einfachen Versuchen die Fehlerfortpflanzung als ein verkürztes Verfahren zur Bestimmung der Unsicherheit</p>	<p>m Dichtebestimmung von Flüssigkeiten</p> <p>m Projektarbeit</p> <p>Versuche zur Wärmelehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität ● Nachweis der Gesetze von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac <p>m Bestimmung der spezifischen Schmelzwärme oder der spezifischen Verdampfungswärme</p> <p>m Projektarbeit</p> <p>Versuche zur Elektrizitätslehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bestimmung des elektrischen Widerstands durch Strom- und Spannungsmessung <p>m Widerstandsmessung mit Hilfe der wheatstone'schen Brückenschaltung</p>	<p>Mohr'sche Waage</p> <p>Z.B. Bewegung auf der geneigten Ebene</p> <p>Bestimmung des absoluten Nullpunktes</p> <p>Z.B. Stirlingmotor</p> <p>Vergleich der Genauigkeit der beiden Methoden</p>

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
<p>einer indirekten Messgröße kennen. Sie können dieses Verfahren bei Summen und Differenzen, bei Produkten und Quotienten anwenden. Sie können ein Messergebnis einschließlich seiner Unsicherheit durch die signifikante Stellenzahl ausdrücken.</p>	<p>m Innenwiderstand einer Spannungsquelle</p> <p>m Kapazität eines Plattenkondensators</p> <p>m Projektarbeit</p>	<p>Z.B. Energieinhalt einer Batterie, Wirkungsgrad von Solarzellen Auch mit computerunterstützter Messwerterfassung durchführbar</p>
	<p>Versuche zur geometrischen Optik:</p> <ul style="list-style-type: none">• Nachweis des Reflexions- und Brechungsgesetzes, Ermittlung der Brechzahl n, Bestimmung des Grenzwinkels• Untersuchung der Abbildungseigenschaften von Linsen und Bestimmung der Brennweite <p>m Bestimmung der Brennweite nach Bessel</p> <p>m Projektarbeit</p>	<p>Z.B. Untersuchungen an einfachen optischen Geräten</p>

PHYSIK, Jahrgangsstufe 12

Lerngebiete:	12.1 Impuls, Erhaltungssätze	20 Std.
	12.2 Mechanische Schwingung	27 Std.
	12.3 Gravitation	14 Std.
	12.4 Elektrisches Feld	53 Std.
	12.5 Magnetisches Feld und Induktion	<u>51 Std.</u>
	Summe	165 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

12.1 Impuls, Erhaltungssätze

20 Std.

Die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass das Impulserhaltungsgesetz eine Erweiterung der Newton'schen Gesetze ist. Sie lernen an ausgewählten Beispielen, die Gesetze zur Erhaltung der Energie und des Impulses zur Lösung einfacher Aufgaben zur Mechanik anzuwenden.

Impuls als vektorielle Größe

Impulsänderung bei konstanter Kraft:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Gesetz der Impulserhaltung

Vollelastischer zentraler Stoß
Unelastischer zentraler Stoß

Die Verallgemeinerung $F = \dot{p}$ wird im Mathematikunterricht nach Einführung der Ableitung bereitgestellt.

Hinführung mit Hilfe des dritten Newton'schen Gesetzes
Anwendungsbeispiele: Raketenantrieb, ballistisches Pendel

In Aufgaben zu Energie- und Impulserhaltung wird auch an die Lerninhalte der 11. Jahrgangsstufe angeknüpft.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
12.2	Mechanische Schwingungen	27 Std.
12.2.1	Anhand von Demonstrationsexperimenten erhalten die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in die Bedeutung periodisch ablaufender Bewegungsvorgänge in Natur und Technik und werden mit den wichtigsten Größen einer Schwingung vertraut. In der experimentellen und theoretischen Auseinandersetzung mit ausgewählten schwingungsfähigen Systemen lernen die Schülerinnen und Schüler die Gesetzmäßigkeiten von harmonischen	<p>Schwingung als periodischer Vorgang Periodendauer, Frequenz, Elongation, Amplitude Dämpfung</p> <p>Harmonische Schwingung Sinusförmiger Verlauf der Koordinaten von Elongation, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Rückstellkraft Kreisfrequenz Bewegungsgleichungen bei verschiedenen Anfangsbedingungen Linien- und Zeigerdiagramm</p> <p>Lineares Kraftgesetz, Richtgröße, Differenzialgleichung der harmonischen Schwingung Zusammenhang zwischen Periodendauer, Richtgröße und Masse</p> <p>Untersuchung verschiedener schwingungsfähiger Systeme auf Gültigkeit des linearen Kraftgesetzes</p> <p>Vorführung verschiedener schwingungsfähiger Systeme</p> <p>Parallelprojektion einer Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit experimentell mit einer harmonischen Schwingung vergleichen</p> <p>An diesem Beispiel soll den Schülerinnen und Schülern der Begriff "Differenzialgleichung" erläutert werden. Der Zusammenhang wird mit Hilfe der Differenzialgleichung hergeleitet.</p> <p>Beispiele für schwingungsfähige Systeme: Federpendel, schwingende Flüssigkeitssäule im U-Rohr, Fadenpendel</p>

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
12.2.2 Schwingungen kennen. Aufbauend auf dem schon bekannten Energiebegriff lernen die Schülerinnen und Schüler eine Schwingung als einen Vorgang periodischer Energieumwandlung kennen. Sie können die Energien bei einer harmonischen Schwingung berechnen.	Periodische Umwandlung potentieller und kinetischer Energie Rechnerischer Nachweis der Zeitunabhängigkeit der Gesamtenergie	
12.2.3 Am Experiment erkennen die Schülerinnen und Schüler das unterschiedliche Verhalten schwingungsfähiger Systeme bei einmaliger und bei periodischer Anregung. Sie beobachten das Phänomen der Resonanz und können die Vorgänge qualitativ	Freie Schwingung Eigenfrequenz Elastische Kopplung Erzwungene Schwingung Abhängigkeit der Resonatoramplitude und der Phasenverschiebung von der Erregerfrequenz Resonanz	Freihandversuche mit Federpendel Nur qualitativ betrachten Computersimulation Beispiele für erwünschte und unerwünschte Resonanz, Resonanzkatastrophe

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
beschreiben.		
12.3 Gravitation		14 Std.
12.3.1 Ausgehend von einem historischen Ansatz machen sich die Schülerinnen und Schüler mit den keplerschen Gesetzen vertraut. Ihnen wird bewusst, dass es sich hier um empirische Gesetze handelt. Sie können damit die Bewegungen der Planeten und der Raumkörper beschreiben und einfache Anwendungsaufgaben lösen.	Erstes Keplergesetz Zweites Keplergesetz Drittes Keplergesetz	Veranschaulichung der Gesetze durch Computersimulation

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

12.3.2 Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass zwischen Massen Wechselwirkungskräfte auftreten, die man Gravitationskräfte nennt. Sie erkennen, dass die Gewichtskraft eine Gravitationskraft ist. Sie erlangen die Fähigkeit das Gravitationsgesetz anzuwenden, und können einfache Bewegungen unter der Wirkung der Gravitationskraft berechnen.

Gravitationsgesetz: $F_{\text{Gr}} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

- natürliche und künstliche Satelliten
- Synchronsatellit
- gravitationsfreier Punkt zwischen zwei Massen

Massen- und Bahnrechnungen mit Hilfe des Gravitationsgesetzes

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
12.4 Elektrisches Feld		53 Std.
12.4.1 Die Schülerinnen und Schüler kennen die Kraftwirkung zwischen elektrisch geladenen Körpern.	<p>Ladungstrennung, Einheit der Ladung</p> <p>Anziehende und abstoßende Kraft zwischen geladenen Körpern</p> <p>Radialsymmetrisches elektrisches Feld</p> <p>Veranschaulichung elektrischer Felder durch Feldlinien</p> <p>Coulombgesetz: $F_{\text{el}} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{ Q_1 \cdot Q_2 }{r^2}$</p> <p>Definition der elektrischen Feldstärke: $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{\text{el}}}{q}$</p> <p>Betrag der elektrischen Feldstärke im Coulombfeld: $E = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{ Q }{r^2}$</p>	<p>Technische Anwendung: Luftreinigung, Kopierer</p> <p>Grießkörnerversuch, Computereinsatz</p> <p>q ist eine positive Probeladung Die Richtung von \vec{E} ist gleich der Richtung der elektrischen Kraft auf eine positive Probeladung.</p>

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

12.4.2 Die Schülerinnen und Schüler verstehen die elektrische Spannung als Potentialdifferenz.

Verschiebungsarbeit im Coulombfeld

Definition des Potentials

Spannung als Potentialdifferenz

Potential im Coulombfeld

Das Bezugsniveau kann entsprechend der Aufgabenstellung beliebig gewählt werden.

Messung, z.B. mit der Flammsonde

12.4.3 Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der Kondensator einerseits zur Erzeugung eines homogenen elektrischen Feldes, andererseits zur Ladungs- und Energiespeicherung dient.

Homogenes elektrisches Feld eines Plattenkondensators

Feldstärke, Verschiebungsarbeit, Potential und Spannung im homogenen elektrischen Feld

Influenz

Flächenladungsdichte

Zusammenhang zwischen Flächenladungsdichte und Feldstärke

Versuch mit den Influenzplatten

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Definition der Kapazität	Auf technische Kondensatoren hinweisen
	Kapazität des Plattenkondensators Dielektrikum, Dielektrizitätszahl ϵ_R	
	Reihen- und Parallelschaltung zweier Kondensatoren	
	Energieinhalt eines Kondensators	
12.4.4 Die Schülerinnen und Schüler verstehen das Millikan-Experiment und seine Bedeutung.	Millikan-Experiment Elementarladung	Beschränkung nur auf den Schwebefall
12.4.5 Die Schülerinnen und Schüler können die Bewegung von geladenen Teilchen im elektrischen Feld berechnen.	Glühemission Bewegung von geladenen Teilchen im homogenen elektrischen Feld, wobei $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$ oder $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$	Die Analogie zum senkrechten und waagrechten Wurf aufzeigen Betonen, dass im elektrischen Feld die Gewichtskraft auf ein Elektron grundsätzlich vernachlässigbar ist
	Prinzip des Oszilloskops	

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
12.5 Magnetisches Feld und Induktion		51 Std.
12.5.1 Ausgehend von der Kraftwirkung eines Permanentmagneten lernen die Schülerinnen und Schüler das Magnetfeld als weiteres Kraftfeld kennen. Sie können es mit Hilfe von Feldlinien beschreiben.	Magnetfeld von Permanentmagneten Magnetfeld stromdurchflossener Leiter Feldlinien	Die Richtung des Feldes ist gleich der Richtung der Kraft auf den Nordpol eines Probemagneten.
12.5.2 Aufbauend auf der Erkenntnis, dass ein Magnetfeld auf einen stromdurchflossenen Leiter eine Kraft ausübt, verstehen die Schülerinnen und Schüler die Definition der Flussdichte als feldbeschreibende Größe.	Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter Definition des Betrags der Flussdichte: $B = \frac{F}{I \cdot l}$ $\vec{F} = I \cdot (\vec{l} \times \vec{B})$	Demonstrationsversuche mit der Leiterschaukel, Drehspule und Paralleldrahtleitung Hinweis auf die Definition der Einheit Ampere Im Messversuch mit der Stromwaage $F : I$ und $F : I l$ zeigen Anwendung des aus der Mathematik bekannten Vektorprodukts Hinweis auf die "Dreifingerregel" Anwendungen in der Technik: Elektromotor, Drehspulmesswerk

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
<p>12.5.3 Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass die Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter durch die Lorentzkraft erklärt werden kann. Sie können mit Hilfe der Lorentzkraft die Bahn geladener Teilchen beschreiben und rechnerisch erfassen.</p>	<p>Lorentzkraft $\vec{F}_m = Q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$</p> <p>Halleffekt</p> <p>Proportionalität der Hallspannung zum Betrag der Flußdichte Kreisbahn geladener Teilchen im Magnetfeld</p> <p>Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons mit dem Fadenstrahlrohr</p> <p>Überlagerung von magnetischem und elektrischem Feld: Wienfilter</p>	<p>Berechnungen nur für den Fall \vec{v} senkrecht zu \vec{B}</p> <p>Auf analoge Zusammenhänge beim Magneto-hydrodynamischen Generator kann verwiesen werden. Messung der magnetischen Flußdichte mit Hilfe der Hallsonde</p>
<p>12.5.4 Durch das Ausmessen von Spulenfeldern soll sich den Schülerinnen und Schülern die Gesetzmäßigkeit für die Flußdichte im Inneren einer langgestreckten, leeren Spule erschließen.</p>	<p>Magnetische Flußdichte in einer langgestreckten, leeren Spule</p> <p>Magnetische Feldkonstante μ_0</p>	<p>Messversuch mit der Hallsonde</p>

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
<p>12.5.5 Die Schülerinnen und Schüler können das Entstehen einer Induktionsspannung in einem bewegten Leiter mit Hilfe der Lorentzkraft erklären und berechnen. Sie erfahren, dass die Induktionsspannung allgemein durch das Induktionsgesetz beschrieben wird, können dieses anwenden und sind sich der Vielfältigkeit der technischen Anwendungen bewusst.</p>	<p>Induktionsspannung</p> <p>Induktionsspannung an einem im homogenen Magnetfeld bewegten Leiter $U_i = B \cdot l \cdot v$</p> <p>Magnetischer Fluss $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$ $U_i = N_i \cdot \dot{\Phi}$</p> <p>Lenzsche Regel</p> <p>Induktionsgesetz $U_i = -N_i \cdot \dot{\Phi}$</p> <p>Erzeugung von konstanter und sinusförmiger Induktionsspannung Effektivwerte</p>	<p>Demonstrationsversuche</p> <p>Messversuch</p> <p>Messversuch $\Rightarrow U_i = N_i \cdot B \cdot \left \dot{A}_i \right$</p> <p>Messversuch $\Rightarrow U_i = N_i \cdot A_i \cdot \left \dot{B} \right$</p> <p>Einübung u. a. an Beispielen zur offenen und geschlossenen Leiterschleife; dabei auch rechnerische Bestätigung der Energieerhaltung</p> <p>Generator, Mikrofon können als Beispiele zur technischen Anwendung besprochen werden.</p> <p>Auf das Auftreten von Wirbelströmen sollte eingegangen werden.</p>

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
12.5.6 Die Schülerinnen und Schüler erfahren anhand von Experimenten, dass Selbstinduktionsspannungen auftreten, und kennen den Zusammenhang zwischen Induktivität und Induktionsspannung. Ihnen wird bewusst, dass im Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule magnetische Energie gespeichert ist.	Selbstinduktionsspannung Induktivität einer langgestreckten Spule $L = \mu \cdot A \cdot \frac{N^2}{l} \quad \text{mit } \mu = \mu_0 \cdot \mu_R$ $U_i = -L \cdot \dot{I}$ Energieinhalt einer stromdurchflossenen Spule $E_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$	Ein- und Ausschaltvorgänge demonstrieren Darauf hinweisen, dass durch diese Gleichung die Induktivität einer beliebigen Spule festgelegt wird $U_L = -U_i$ soll eingeführt werden Hinweis auf den Energieinhalt eines Kondensators
12.5.7 Die Schülerinnen und Schüler verstehen den Zusammenhang von Strom und angelegter Wechselspannung bei einfachen elektrischen Bauteilen.	Ohmscher Widerstand, induktiver und kapazitiver Widerstand bei sinusförmiger Wechselspannung Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom	Zeigerdiagramme verwenden Keine Verknüpfung von elektrischen Bauteilen