

Themenfeld 1: Elektrische und magnetische Felder – Thema 1.1. Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen				
Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
Elektrostatik gA: 2 DStd. eA: 2 DStd. Grundlagen E-Lehre gA: 1 DStd. eA: 1 DStd.	Welche Arten von Ladungen gibt es und welche Kräfte üben sie aufeinander aus? <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der Grundlagen der Elektrostatik: <ul style="list-style-type: none"> Existenz von positiven und negativen Ladungen, sowie die abstoßenden/anziehenden Wirkungen, die Ladungen aufeinander ausüben. Funktionsweise eines Elektroskops und die <i>Erarbeitung des Prinzips der Influenz</i>. Wiederholung der Begrifflichkeiten der E-Lehre aus der Sek I: Leiter, Isolator, elektrische Stromstärke, Widerstand, Potenziale und Spannungen in elektrischen Stromkreis, Reihen- und Parallelschaltung (I, U, R) Stromrichtung und Richtung des Elektronenstroms. $I(t) = \dot{Q}(t)$ bzw. $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ als Spezialfall bei konstanter Änderungsrate. 	<ul style="list-style-type: none"> die Begriffe Elektronenmangel Elektronenüberschuss, Ladungstrennung, Polarisation und <i>Influenz</i> erläutern. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S1, S4 Kommunikationskompetenz(en): K3 	<ul style="list-style-type: none"> Schüler:innenexperimente zur Ladungstrennung bzw. Kräfte auf Ladungen <ul style="list-style-type: none"> Luftballon an einem Fell reiben und in die Nähe eines dünnen Wasserstrahls halten. PVC-/Glasstab an einem Fell reiben und in die Nähe von kleinen Papierkügelchen halten bzw. eine Glimmlampe an den Stab halten. Luftballon an einem Fell/Pullover reiben und die Wand des Raums halten bzw. die Platte eines Elektroskops. PVC-/Glasstab an einem Fell/Folie reiben und „aufhängen“ – anschließend einen zweiten PVC-/Glasstab an einem Fell/Folie reiben und dem aufgehängten Stab nähern. Schüler:innenexperimente zur Influenz und zur Funktionsweise des Elektroskops: <ul style="list-style-type: none"> PVC-Stab an einem Tuch/Fell reiben und in die Nähe eines Elektroskops bringen, ohne es zu berühren. als kleines Projekt kann ein eigenes Elektroskop gebaut werden, siehe Anleitung. Als Übungsaufgaben geflossene Ladung aus $I - t$ – Diagrammen bestimmen.
Coulomb'sches Gesetz gA: 0 DStd. eA: 2 DStd.	Von welchen Größen hängen die elektrischen Kräfte ab, die elektrische Ladungen aufeinander ausüben? <ul style="list-style-type: none"> Mithilfe des Demoexperimentes werden die Eigenschaften des Coulomb'schen Gesetzes erarbeitet: Es ergibt sich, dass $F \sim \frac{1}{r}$ ist und die Feldkonstante nicht linear in das Kraftgesetz eingeht, sondern in der Form $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, es ergibt sich die Formel : $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 	<ul style="list-style-type: none"> das Coulomb'sche Gesetz erläutern und im radialsymmetrischen Fall anwenden 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S1, S6, S7 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E4, E6, E8 Kommunikationskompetenz(en): K4, K6 	<ul style="list-style-type: none"> Experiment zum Coulomb'schen Gesetz mit folgendem Video zeigen. Als Übungsaufgaben eignen sich die folgende Aufgabe und das folgende Quiz. Zur Ergänzung/Wiederholung eignet sich die Phet-Simulation. Als Prüfungsvorbereitung/Hausaufgabe eignet sich die iqb-Aufgabe „Das Coulombgesetz“
Einführung von elektrischen Feldern gA: 2 DStd. eA: 2 DStd.	Was sind die grundlegenden Eigenschaften eines elektrischen Feldes und wie beeinflussen sie das Verhalten von geladenen Teilchen? <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der grundlegenden Eigenschaften von E-Feldern: <ul style="list-style-type: none"> Elektrische Felder werden durch elektrische Ladungen Q erzeugt. Treten in einem Raum elektrische Kraftwirkungen auf, so herrscht in diesem Raum ein elektrisches Feld. Die Richtung des Feldes wird allein durch die Ladung Q festgelegt. Felder werden mithilfe von Feldlinien dargestellt, die von positiven Ladungen wegzeigen. Feldlinien schneiden sich nie. 	<ul style="list-style-type: none"> die grundlegenden Eigenschaften eines Feldes und die Definition des Begriffs „Feld“ und Feldlinienmodell erläutern. grundlegende elektrische Felder (Radialfeld, Dipolfeld, homogenes Feld) erläutern und die Feldlinienbilder zeichnen. die Superposition von Feldern erläutern und die zeichnerische Addition 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S1 Kommunikationskompetenz(en): K1, K4 <i>Hinweis auf Leitperspektive(n):</i> D 	<ul style="list-style-type: none"> Experimente zur Darstellung elektrischer Feldlinien <ul style="list-style-type: none"> Demoversuch mit Rhizinusöl und Grießkörnern über Tabletkamera auf der Tafel zeigen ggf. ergänzen durch die Videos der LMU-München Simulationen <ul style="list-style-type: none"> Betrachtung verschiedener E-Felder mit der E-Feldsimulation (oder der Phet-Simulation) Bekannt sein sollte das Aufstellen von Kräfteparallelogrammen und die Gravitationskraft, so dass sich hier Anknüpfungsmöglichkeiten bieten. GeogebraDatei zur Untersuchung der Überlagerung zweier elektrischer Felder und deren Resultierenden. Als Übung zur Feldüberlagerung eignet sich die folgende Aufgabe.

¹ Inhalte im Fach Physik aus dem A-Heft Abitur 2023 und Bildungsplan Physik Studienstufe

² Kompetenzen laut Bildungsplan Physik Studienstufe

Themenfeld 1: Elektrische und magnetische Felder – Thema 1.1. Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
	<ul style="list-style-type: none"> Elektrische Felder übertragen Kräfte auf andere Ladungen. Die Felder mehrerer Ladungen $Q_1, Q_2, Q_3 \dots$ legen durch Überlagerung der einzelnen Felder ein gemeinsames elektrisches Feld fest. 	<p>zweier feldbeschreibender Vektoren in einer Ebene durchführen.</p> <ul style="list-style-type: none"> die zweidimensionale Superposition von zwei Feldern für die Fälle paralleler und orthogonaler feldbeschreibender Vektoren quantitativ ermitteln. 		<ul style="list-style-type: none"> Mithilfe der Geogebra können einfache Vektoradditionen durchgeführt und die Bedeutung für Felder thematisiert werden.
<p>Elektrische Feldstärke</p> <p>gA: 1 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Wie kann man das elektrische Feld in Abhängigkeit von einer Ladung beschreiben?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der Größe der elektrischen Feldstärke: <ul style="list-style-type: none"> Die elektrische Feldstärke ist das Maß für die Stärke und die Richtung eines elektrischen Feldes, also die Fähigkeit einer Ladung, Kraft auf andere Ladungen auszuüben. Die elektrische Feldstärke ist definiert als $E = \frac{F}{q}$ <ul style="list-style-type: none"> Die Einheit ist: $\frac{N}{C}$ oder $\frac{V}{m}$ Im Radialfeld einer Punktladung gilt: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ Erarbeitung des Zusammenhangs zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im Plattenkondensator, es gilt: $E = \frac{U}{d}$ Es werden die verschiedenen Wirkungen von Materie im elektrischen Feld erarbeitet, z.B. die Polarisierung und die Bildung von Dipolen oder die Verzerrung des Feldes. 	<ul style="list-style-type: none"> können die Definition der elektrischen Feldstärke angeben und erläutern. den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im Plattenkondensator erläutern. die Wirkungen von Materie im elektrischen Feld erklären, die Polarisierung eines Dielektrikums im elektrischen Feld erläutern. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): Kommunikationskompetenz(en): K1, K3 Bewertungskompetenz(en): B4 	<ul style="list-style-type: none"> Demoexperiment: Tischtennisball mit Alufolie bezogen im Plattenkondensator Ergänzend kann der folgende Film gezeigt werden. Demoexperiment: Abhängigkeit der elektrischen Feldstärke von der Spannung im Plattenkondensator Als Kontexte bieten sich die Entstehung von Gewittern und Faraday'sche Käfig an (z.B. Filmausschnitt aus TerraX bis 7:22) <ul style="list-style-type: none"> Als Übungsaufgabe eignet sich die folgende Aufgabe.
<p>Potential im elektrischen Feld</p> <p>gA: 0 DStd. eA: 1 DStd.</p>	<p>Welche Bedeutung hat die „Position“ einer Ladung im elektrischen Feld?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der Größe des elektrischen Potentials: <ul style="list-style-type: none"> Das elektrische Potential – oft auch als Spannung bezeichnet – ist eine Maßzahl dafür, wie stark ein elektrisches Feld an einem bestimmten Punkt „zieht“ oder „drückt“. Es ist wie eine Art Höhe für elektrische Ladungen. Wird eine Ladung von einem Punkt höheren Potential zu einem Punkt mit niedrigerem Potential bewegt, wird dabei Arbeit verrichtet. Wenn Ladungen sich bewegen, versuchen sie zu einem Punkt mit niedrigerem Potential zu gelangen, ähnlich wie ein Ball von einem höheren zu einem niedrigeren Punkt rollt Für das Potential im elektrischen Feld gilt: $\varphi = \frac{E}{q}$ Die elektrische Spannung ist die Potentialdifferenz 	<ul style="list-style-type: none"> das Potential und die Spannung als Potentialdifferenz erläutern und anwenden. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S4 Kommunikationskompetenz(en): K4 	<ul style="list-style-type: none"> Schüler:innenexperiment zur Potentialmessung

Themenfeld 1: Elektrische und magnetische Felder – Thema 1.1. Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
	zweier Punkte: $U = \varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi$			
<p>Elektrische Energie in einem geladenen Kondensator</p> <p>gA: 5 DStd. eA: 7 DStd.</p>	<p>Wie kann man Energie in einem möglichst kleinen Volumen speichern?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung des Aufbaus eines Kondensators: <ul style="list-style-type: none"> Ein Kondensator ist eine Anordnung von zwei Leitern, zwischen denen sich ein isolierendes Material, ein sogenanntes Dielektrikum befindet. Legt man eine Spannung an beide Leiter an, befinden sich nach einiger Zeit auf beiden Leitern entgegengesetzte, betragsmäßig gleich große Ladungen. Die Ladung Q, die sich auf dem Kondensator befindet ist proportional zur angelegten Spannung U. $Q \sim U$, Es gilt: $Q = C \cdot U$, wobei C die Kapazität des Kondensators bezeichnet. Die Einheit ist $\frac{C}{V}$ oder F (Farad) Untersuchung der Abhängigkeit der Kapazität eines Kondensators von geometrischen Daten und der Dielektrizitätszahl, für den Plattenkondensator gilt: $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ Für die Energie E im elektrischen Feld eines Plattenkondensators gilt: $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ Recherche zu Einsatzmöglichkeiten von Kondensatoren, mit Blick auf Kapazität und Größe. 	<ul style="list-style-type: none"> die Definition der Kapazität angeben und erläutern. die Abhängigkeit der Kapazität von geometrischen Daten des Plattenkondensators sowie der Dielektrizitätszahl erläutern. die Energie des elektrischen Feldes eines Kondensators (quantitativ) berechnen und erläutern. die Einsatzmöglichkeiten des Kondensators als Energiespeicher erläutern. 	<ul style="list-style-type: none"> Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E9 Kommunikationskompetenz(en): K6, K9 Bewertungskompetenz(en): B2 <i>Hinweis auf Leitperspektive(n):</i> D 	<ul style="list-style-type: none"> Schüler:innenexperiment zur Untersuchung von Kondensatoren mithilfe der Simulationen im Kondensatorlabor Experiment/Film: Dielektrikum im Kondensator mit konstanter Ladung Experiment/Film: Dielektrikum im Kondensator mit konstanter Spannung Zur Energie eines geladenen Kondensators empfiehlt sich das folgende Gedankenexperiment Experiment Kondensator als Energiespeicher Es sollte ausreichend Zeit für Übungsaufgaben eingeplant werden, da hier viele Formeln auftreten und kombiniert werden müssen, z.B. <ul style="list-style-type: none"> Quiz zum Kondensator Energie beim Plattenkondensator Kräfte auf Plattenkondensator Als Vertiefung bieten sich Schüler:innenexperimente zur Gesamtkapazität von Kondensatoren in Reihen- und Parallelschaltungen an.
<p>Auf- und Entladevorgänge bei Kondensatoren</p> <p>gA: 2 DStd. eA: 3 DStd.</p>	<p>Aufladen und Entladen eines Kondensators über einen Ohm'schen Widerstand</p> <ul style="list-style-type: none"> Ladung auf dem Kondensator, Strom im Kreis, und die Spannungen über dem Widerstand und dem Kondensator können beim Ein- und Ausschalten über Exponentialfunktionen beschrieben werden. Beim Aufladen gilt: <ul style="list-style-type: none"> $U_c(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ $I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ $Q(t) = Q_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ Beim Entladen gilt: <ul style="list-style-type: none"> $U_c(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ $I(t) = -I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ $Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> den zeitlichen Verlauf der Stromstärke (<i>eA auch Spannung</i>) beim Auflade- und Entladevorgang am Kondensator (qualitativ, <i>eA auch quantitativ</i>) erläutern, $I(t)$ beim Entladen auch quantitativ mit Anwendung der Exponentialfunktion berechnen. können die Einflüsse der Parameter Widerstand und Kapazität beim Aufladevorgang mit Übertragung auf den Entladevorgang (qualitativ) erläutern, <i>eA auch mit Anwendung der Exponentialfunktion berechnen</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S3, S5, S6, S7 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E4, E7, E8, E10 Kommunikationskompetenz(en): K1, K4, K6 Bewertungskompetenz(en): <i>Hinweis auf Leitperspektive(n):</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Für Auf- und Entladeversuche an Kondensatoren in Reihenschaltung mit Kondensatoren bieten sich Experimente mit elektronischen Messwerterfassungssysteme an, um die Auf- und Entladekurven bei verschiedenen Kondensatoren aufzunehmen. Das „circuit construction Kit“ kann genutzt werden, um in der Simulation diese Untersuchungen zu Auf- und Entladekurven fortzusetzen. Übungsaufgaben finden sich auf iqb-Seite für gA und eA <ul style="list-style-type: none"> Luftfeuchtigkeitssensor

Sachkompetenzen: Die Schüler:innen....

- S1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien
- S2 erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten
- S3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen
- S4 bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung digitaler Messwerterfassungssysteme nach Anleitung auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen
- S5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus
- S6 erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an
- S7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an

Erkenntnisgewinnungskompetenzen: Die Schüler:innen....

- E1 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten
- E2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf
- E3 beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen
- E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen
- E5 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung
- E6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen
- E7 berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses
- E8 beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen
- E9 reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalische Erkenntnisgewinnung
- E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Generalisierbarkeit
- E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit)

Kommunikationskompetenzen: Die Schüler:innen....

- K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus
- K2 prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt
- K3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder
- K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologische und kausal korrekt strukturiert
- K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus
- K6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge
- K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach- adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien
- K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen
- K9 tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt
- K10 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate

Bewertungskompetenzen: Die Schüler:innen...

- B1 erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation
- B2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz
- B3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich relevanten oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab
- B4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil
- B5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzung hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses
- B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein
- B7 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen
- B8 reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen

Beitrag zur Leitperspektive D

Die Schülerinnen und Schüler nutzen Simulationen zur Veranschaulichung von Feldeigenschaften. Durch Messwerterfassung und Datenanalyse lernen sie den Umgang mit digitalen Werkzeugen. Feldlinienbilder von elektrischen Ladungsanordnungen können mit Simulationstools untersucht werden. Ladungen werden gesetzt, Feldlinienbilder skizziert und dann mithilfe der Simulation überprüft. Das Feld eines Elektromagneten in Abhängigkeit der Stromstärke und der Windungszahl kann so auch simuliert werden. Mit einem Kondensatorlabor können die Abhängigkeit der Kapazität von geometrischen Daten des Plattenkondensators sowie die Dielektrizitätszahl untersucht werden.

Beitrag zur Leitperspektive BNE

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren die Nutzungsdauerverkürzung, die durch zunehmende Obsoleszenz technischer Produkte fortschreitet. Daraus resultieren mehr Müll und wachsende Ressourcenbedarfe. Mit der Fehlersuche bei defekten Alltagsgeräten und deren Reparatur kann dem entgegengewirkt werden (siehe NiU Physik 189/190).