

| | | | | | GK | LK |
|----|----------|--|--|-----------|-----------|-----------|
| Q2 | 2 | Bewegung von geladenen Teilchen in Feldern | Bewegung von geladenen Teilchen in Feldern | 4 | 12 | 20 |
| | 3 | Elektromagnetische Induktion | Induktionsgesetz | 3 | 9 | 15 |
| | | | Selbstinduktion | 2 | 6 | 10 |
| | 4 | Schwingungen | Mechanische Schwingungen | 3 | 9 | 15 |
| | | | Elektromagnetische Schwingungen | 2 | 6 | 10 |
| | | | | 14 | 42 | 70 |

Physik

Grundkurs

Fachbezogene Festlegungen

Q2

Hinweis:

Die **rot** markierten Themen und Begriffe sind laut Rahmenlehrplan für den **Leistungskurs** vorgesehen.

Sie dienen hier nur als Information und zur klaren Abgrenzung zwischen GK und LK.





Das Curriculum des GCM basiert auf den Arbeiten des Fachbereichs Physik des Robert-Havemann-Gymnasiums. Wir danken herzlich den Kolleg*innen aus Pankow.

Physik – Grundkurs Q2

| 3.2.2 , 3.2.3, 3.2.4 | | 2. Halbjahr ca. 42 Stunden | | |
|--|--|---|--|---|
| Verbindliche Inhalte / Fachbegriffe | Kompetenzentwicklung und Standards | Verbindliche Untersuchungen / Experimente | Anmerkungen | h |
| Q2 – 3.2.2 Bewegung von geladenen Teilchen in Feldern (ca. 12 h) | | | | |
| Mögliche Kontexte: - Teilchenbeschleuniger - Massenspektrometer - Polarlicht - HALL-Sensoren | | | | |
| - Glühemission - mathematische Beschreibung der Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Längsfeld - mathematische Beschreibung der Bahnkurven geladener Teilchen im homogenen elektrischen Längs- und Querfeld - qualitative Beschreibung der Teilchenbahn im homogenen elektrischen Querfeld - MILLIKAN-Experiment (Schwebefall) - Berechnung von Kreisbahnen von geladenen Teilchen im homogenen Magnetfeld - spezifische Ladung des | Die Lernenden beschreiben die Elektronenbahn im elektrischen Querfeld kausal korrekt strukturiert. (K 4) ... entwickeln Handlungsoptionen am Beispiel von Teilchenbeschleunigern unter Berücksichtigung gegebener Bewertungskriterien wie Kosten, Energieaufwand, gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Nutzen. (B 3) ... reflektieren die Relevanz des Ergebnisses des MILLIKAN-Experiments hinsichtlich der Bestimmung der Elektronenmasse. (E 9) ... berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen bei der Interpretation von Messdaten aus dem MILLIKAN-Experiment bei der Bestimmung der Elementarladung. (E 7) ... wenden bekannte mathematische Verfahren zur Beschreibung der Bahnkurven von Teilchen in elektrischen | - Ablenkung von Ladungsträgern in einer Elektronenstrahleröhre durch elektrische und magnetische Felder - Bestimmung der spezifischen Ladung - Messung von HALL-Spannungen https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/bewegte-ladungen-feldern/downloads http://www.mabo-physik.de/millikan-versuch.html http://www.mabo-physik.de/elektronenablenkroehre.html http://www.mabo-physik.de/faden | Grundlagen: https://www.abi-physik.de/buch/das-elektrische-feld/braunsche-roehre/ https://www.abi-physik.de/buch/das-elektrische-feld/millikan-versuch/ https://www.abi-physik.de/buch/das-magnetfeld/masse-und-die-spezifische-ladung-eines-elektrons/ Aufgaben: https://www.leifiphysik.de/elek | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>Elektrons</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ablenkung von Ladungsträgern in Magnetfeldern für beliebige Eintrittswinkel $F_L = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$ - Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons - relativistische Massenzunahme, Ruhemasse - Vakuumlichtgeschwindigkeit c_0 als Obergrenze für Geschwindigkeiten - geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern mit senkrecht aufeinander stehenden Feldstärkevektoren - HALL-Effekt, HALL-Spannung | <p>und magnetischen Feldern an. (S 7)</p> <p>... erklären mithilfe der relativistischen Massenzunahme experimentelle Daten zu schnell bewegten Elektronen. (E 6)</p> <p>Basiskonzepte:</p> <p>Erhaltung und Gleichgewicht</p> <p>$v = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot U}{m}}$ aus einem Energieansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herleitung der Gleichung $m \cdot \frac{v^2}{r} = Q \cdot v \cdot B$ aus einem Kraft- und Energieansatz - Herleitung der Gleichung $\frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot U}{B^2 \cdot r^2}$ aus einem Kraft- und Energieansatz - Herleitung der Gleichung $U_H = b \cdot v \cdot B$ mithilfe eines Kraftansatzes - Herleitung der Gleichung $v = \frac{E}{B}$ für den Geschwindigkeitsfilter <p>Superposition und Komponenten</p> <p>Beschreibung der Bewegung eines Ladungsträgers im homogenen elektrischen Querfeld als Überlagerung einer gleichförmigen und einer beschleunigten Bewegung</p> | <p>strahlrohr.html</p> <p>https://www.leifphysik.de/elektrizitaetslehre/bewegte-ladungen-feldern/versuche/fadenstrahlrohr</p> <p>Virtuelle Experimente:</p> <p>https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/multimedia/elektronenablenkroehre/index.html</p> <p>https://virtuelle-experimente.de/index.php</p> <p>https://www.experimente.physik.uni-freiburg.de/E_Elektrizitaet_und_Magnetismus/electrolyseleitungsleistungsfestenfluessigenkoerpern/elektronenimvakuum-kennlinien/fadenstrahlrohr</p> | <p>trizitaetslehre/bewegte-ladungen-feldern</p> <p>Lernaufgaben Sek. II</p> <p>https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSelII/nawi_allg/physik/</p> |
| <p>Q2 – 3.2.3 Elektromagnetische Induktion (ca. 15 h)</p> | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kontaktloses Aufladen von Akkus - Spule als Sensor - Induktionsschleifen - Fernleitung elektrischer Energie - Schaltnetzteile - induktives Laden - Induktionskochplatten - Erzeugen hoher Spannungen und Stromstärken in der Technik | | | |
| <p>Induktionsgesetz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Möglichkeiten der Erzeugung von Induktionsspannungen - magnetischer Fluss - Induktionsgesetz unter Verwendung des Differenzenquotienten $U_{\text{ind}} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ - Induktionsgesetz in differenzieller Form $U_{\text{ind}} = -N \frac{d\Phi}{dt}$ - Betrachtung der Spezialfälle konstanter Fläche und konstanter magnetischer Flussdichte beim Erzeugen von Induktionsspannungen | <p>Die Lernenden...</p> <p>... entnehmen einem $\Phi(t)$-Diagramm relevante Informationen und entwickeln daraus das $U_{\text{ind}}(t)$-Diagramm. (K 3)</p> <p>... ermitteln die Induktivität einer Spule aus Messdaten $I(t)$ beim Einschalten dieser Spule und erklären das verwendete Auswerteverfahren. (S 6)</p> <p>... prüfen verwendete Quellen zu Alltagskontexten des Themenfeldes hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt. (K 2)</p> <p>... beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art zu Alltagskontexten des Themenfeldes hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz. (B 2)</p> <p>... beurteilen ein technisches Gerät, bei dem sehr große Induktionsspannungen erzeugt werden, hinsichtlich entstehender Risiken. (B 6)</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Nachweis der elektromagnetischen Induktion im bewegten und im ruhenden Leiter - Experiment zur Spannungsübersetzung - Experiment zur Lenzschen Regel - Aufnahme des zeitlichen Verlaufs der Stromstärke beim Einschalten einer Spule <p>https://phet.colorado.edu/de/simulations/faradays-law</p> <p>https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-induktion/downloads</p> | <p>Grundwissen und Aufgaben:</p> <p>https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-induktion</p> <p>Lernaufgaben Sek. II</p> <p>https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/navi_allg/physik/</p> <p>9</p> |

| | | | |
|--|---|--|----------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Erzeugung von Wechselspannung (qualitativ) - mathematische Betrachtung sinusförmiger Wechselspannungen $U_{\text{ind}}(t) = U_0 \cdot \sin(\omega \cdot t)$ mit $U_0 = N \cdot B \cdot A \cdot \omega$ Kreisfrequenz - Effektivwerte von Stromstärke und Spannung <p>Selbstinduktion</p> <ul style="list-style-type: none"> - qualitative Beschreibung der Verläufe von Spannung und Stromstärke bei Ein- und Ausschaltvorgängen von Spulen - LENZsche Regel - Spannung bei Selbstinduktion $U_{\text{ind}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ - Spannung bei Selbstinduktion $U_{\text{ind}} = -L \frac{dI}{dt}$ - Induktivität einer Spule $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l}$ - Energie einer stromdurchflossenen Spule | <p>... wählen sach- und adressatengerecht einzelne Anwendungen der elektromagnetischen Induktion für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus. (K 5)</p> <p>Basiskonzepte:</p> <p>Erhaltung und Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Lenzscher Regel und Energieerhaltungssatz <p>Superposition und Komponenten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erklärung des Verlaufs der resultierenden Spannung beim Einschalten einer Spule aus der Überlagerung von angelegter Spannung und Induktionsspannung <p>Mathematisieren und Vorhersagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorhersage von Messergebnissen mithilfe des Induktionsgesetzes - Herleitung der Gleichung für eine sinusförmige Wechselspannung aus dem Induktionsgesetz | <p>https://www.kippenbergs.de/app/mint-index-physics</p> <p>https://www.leifphysik.de/elektrizitaetslehre/wechselstromtechnik/downloads/erzeugung-sinusfoermiger-wechselspannung-animation</p> <p>https://www.geogebra.org/m/seWKd2yu</p> <p>Experimente:</p> <p>http://physik-am-gymnasium.de/SekII/Induktion/start_induktion.html</p> <p>http://www.mabo-physik.de/thomsonscher_ringversuch.html</p> | <p>6</p> |
|--|---|--|----------|

$$E_{\text{mag}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

- mathematische Beschreibung der Verläufe von Spannung und Stromstärke bei Ein- und Ausschaltvorgängen von Spulen

Q2 – 3.2.4 Schwingungen (ca. 15 h)

Mögliche Kontexte:

- Gefahr durch Resonanzeffekte
- Schwingungsdämpfer an Fahrzeugen und Gebäuden
- Schallwahrnehmung
- Musikinstrumente
- Kangerzeugung

Mechanische Schwingungen

- Beschreibung der Schwingung eines mechanischen Oszillators
- Kenngrößen einer Schwingung, Zusammenhang zwischen Frequenz und Periodendauer

Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Periodendauer, Kreisfrequenz, Oszillator, harmonische Schwingung

- lineares Kraftgesetz als Bedingung für die Entstehung

Die Lernenden ...

... beziehen das Modell der harmonischen Schwingung zurück auf Alltagssituationen und reflektieren seine Generalisierbarkeit. (E 10)

... planen geeignete Experimente zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Eigenfrequenz und den Parametern eines harmonischen Oszillators. (E 5)

... beurteilen Sicherheitsmaßnahmen zur Schwingungsdämpfung in Alltagssituationen. (B 6)

... wenden die Methode der zeitlichen Ableitung auf die Gleichung für die harmonische Schwingung an. (S 7)

- Abhängigkeit der Eigenfrequenz eines mechanischen harmonischen Oszillators von verschiedenen Parametern

Animationen und interaktive Tafelbilder:

<https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/downloads>

<https://phet.colorado.edu/de/simulations/pendulum-lab>
<https://phet.colorado.edu/de/simulations/pendulum-lab>

Grundlagen:

<https://www.abi-physik.de/buch/schwingungen/>

Aufgaben:

<https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen>

Lernaufgaben Sek. II

https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSeiteII/nawi_allg/physik/

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p>einer mechanischen harmonischen Schwingung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energieumwandlungen an einem mechanischen Oszillator - Dämpfung einer Schwingung - Periodendauer eines Federpendels $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$ <p>- Gleichung für die zeitabhängige Auslenkung bei harmonischen Schwingungen</p> $y(t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ <p>- erzwungene Schwingung und Resonanz, Phasenverschiebung</p> | <p>Basiskonzepte:</p> <p>Erhaltung und Gleichgewicht</p> <p>Energiebetrachtungen an gedämpften und an erzwungenen Schwingungen</p> <p>Superposition und Komponenten</p> <p>Betrachtung der Kräfte zur Erklärung der Entstehung einer mechanischen Schwingung</p> <p>Mathematisieren und Vorhersagen</p> <p>Entwicklung der Gleichung</p> $y(t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega t)$ <p>als Lösung des Kraftansatzes</p> $F(t) = -D \cdot y(t)$ | <p>tions/masses-and-springs</p> <p>https://phet.colorado.edu/de/simulations/energy-skate-park</p> <p>Experimente:</p> <p>https://www.leifphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/versuche</p> | |
| <p>Elektromagnetische Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entstehung elektromagnetischer Schwingungen in einem Schwingkreis - zeitliche Verläufe von Spannung und Stromstärke in einem Schwingkreis, <p>harmonische Schwingung, Phasenverschiebung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thomsonsche Schwingungsgleichung | <p>Die Lernenden...</p> <p>... erklären anhand von Lade- und Induktionsvorgängen den Einfluss der Kapazität und der Induktivität auf die Eigenfrequenz eines elektromagnetischen Schwingkreises. (E 6)</p> <p>... nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Entwicklung eigener, innerfachlicher Argumentationen, z.B. zur Beschreibung der Vorgänge in einem Schwingkreis. (K 8)</p> <p>... wenden die Methode der zeitlichen Ableitung auf die Gleichung für die harmonische Schwingung an. (S 7)</p> <p>... erläutern kausal korrekt strukturiert an einem Blockschaltbild das Rückkopplungsprinzip zur Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen. (K 4)</p> | <p>- Darstellung des zeitlichen Verlaufs von Stromstärke und Spannung in einem Schwingkreis</p> <p>- Abhängigkeit der Eigenfrequenz eines Schwingkreises von der Kapazität und der Induktivität</p> <p>- Aufnahme der Resonanzkurve eines elektromagnetischen Schwingkreises</p> <p>http://www.mabo-physik.de/schwingkreis.html</p> <p>https://www.walter-fendt.de/</p> | <p>Grundwissen und Aufgaben</p> <p>https://www.leifphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-schwingungen</p> <p>6</p> |

| | | | |
|--|--|--|---------------------------------|
| $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$ <ul style="list-style-type: none"> - Energieumwandlungen im Schwingkreis - Dämpfung im Schwingkreis (qualitativ) - Erzeugen von elektromagnetischen Schwingungen mit konstanter Amplitude durch Rückkopplung - Erzwungene elektromagnetische Schwingung und Resonanz, Eigenfrequenz, Erregerfrequenz - Vergleich von mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen unter dem Aspekt der Energieumwandlungen | <p>Basiskonzepte:</p> <p>Erhaltung und Gleichgewicht</p> <p>Energiebetrachtungen an gedämpften und an erzwungenen Schwingungen</p> | <p>html5/phde/oscillatingcircuit_de.htm</p> <p>https://www.leiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-schwingungen/downloads</p> <p>Experimente:</p> <p>https://www.ulfkronrad.de/physik/12-13/2-semester/schwingungen-2/schwingkreis-gedaempft</p> <p>https://www.leiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-schwingungen/versuche</p> | |
| Bezug zur Sprachbildung (Teil B) | | Bezug zur Medienbildung (Teil B) | Bezug zu den ÜT (Teil B) |

