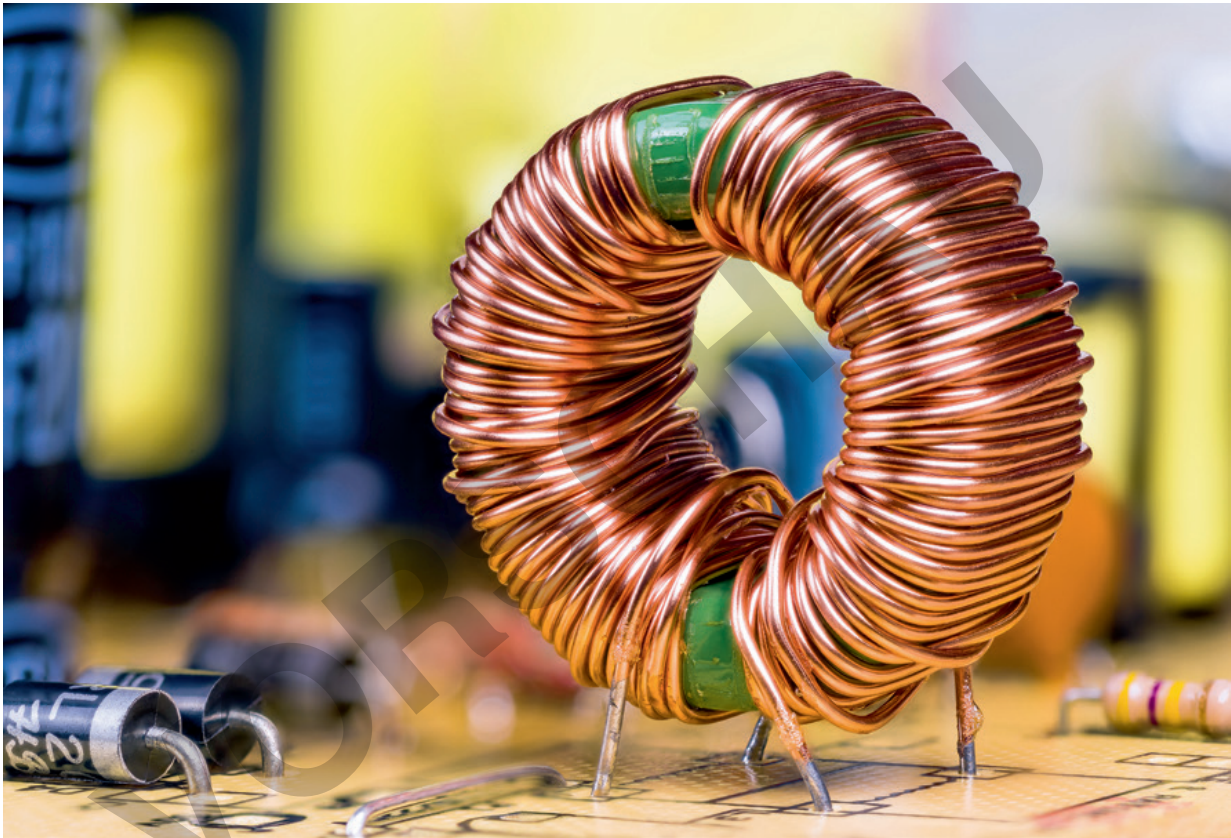


Die elektromagnetische Induktion – Einführung, Anwendung und Klausur

Von Carlo Vöst, Oliva, Spanien
Illustrationen von Carlo Vöst



© Ladislav Kubes/iStock/Getty Images Plus

Die elektromagnetische Induktion ist für viele wichtige alltägliche Anwendungen ein grundlegendes physikalisches Prinzip. Ohne dieses Prinzip würden sich viele Probleme in der Strombereitstellung und Stromversorgung ergeben. Die dahinterstehende Physik ist jedoch bereits seit dem 19. Jahrhundert bekannt und wird auch heute noch gleichbleibend verwendet. Dieser Beitrag beleuchtet die Grundlagen der elektromagnetischen Induktion, führt wichtige Begriffe wie Lorentzkraft, Lenz'sche Regel und Selbstinduktion ein und stellt Aufgaben bereit, anhand derer Ihre Schülerinnen und Schüler die Thematik verinnerlichen.

Die elektromagnetische Induktion – Einführung, Anwendung und Klausur

Niveau (grundlegend, gehoben)

Carlo Vöst, Oliva, Spanien

Illustrationen von Carlo Vöst

| | |
|---|-----------|
| Hinweise | 1 |
| M 1a Die Lorentzkraft | 2 |
| M 1b Grundversuche zur elektromagnetischen Induktion | 4 |
| M 1c Das Induktionsgesetz | 7 |
| M 2a Aufbau und Funktion eines Generators | 10 |
| M 2b Der Transformator | 13 |
| M 2c Weitere technische Anwendungen | 17 |
| M 3 Die Selbstinduktion | 18 |
| M 4 Aufgaben | 21 |
| M 5 Klassenarbeit | 26 |
| Lösungen | 28 |

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt **LEK** Lernerfolgskontrolle

| Thema | Material | Methode |
|---|-----------|---------|
| Elektromagnetische Induktion (Theorieteil) | M 1a–M 1c | AB |
| Elektromagnetische Induktion (Anwendung) | M 2a–M 2c | AB |
| Die Selbstinduktion | M 3 | AB |
| Aufgaben | M 4 | AB |
| Klassenarbeit | M 5 | LEK |

Kompetenzprofil:

- Inhalt:** Anwendung der „Rechten-Hand-Regel“ zur Bestimmung von Strom-, Magnetfeld- und Krafrichtung, Anwendung von geeigneten Regeln und Konzepten zur Erklärung von grundlegenden Induktionsphänomenen, Aufbau und Funktionsprinzip des Transformators
- Medien:** GTR/CAS, physikalische Formelsammlung
- Kompetenzen:** Erklären von Phänomenen unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (S1), Erläutern von Gültigkeitsbereichen von Modellen und Theorien und Beschreiben von Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten (S2), Auswählen bereits bekannter geeigneter Modelle bzw. Theorien für die Lösung physikalischer Probleme (S3)

M1b Grundversuche zur elektromagnetischen Induktion

Bei der Zuführung mechanischer Energie hat man grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

1. Man bewegt den Leiter in einem Magnetfeld.
2. Man bewegt das Magnetfeld in der Umgebung eines Leiters.

Grundversuch zu Möglichkeit 1

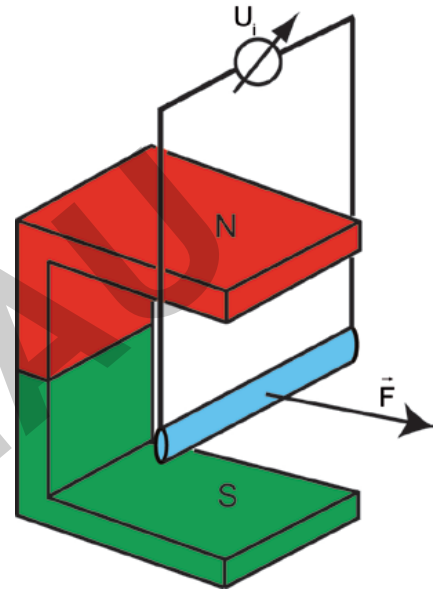
Im Magnetfeld eines Hufeisenmagneten wird ein Leiterstück, an das ein Voltmeter angeschlossen ist, durch eine mechanische Kraft bewegt (siehe Skizze). Es werden bei den nachfolgenden Erklärungen stets die Richtungen von Magnetfeld und Leiterbewegung zugrunde gelegt, die in der Skizze angegeben sind.

Erklärung mit der UVW-Regel:

Ursache: Bewegungsrichtung (hier: nach vorne)

Vermittlung: Magnetfeldrichtung (hier: nach unten)

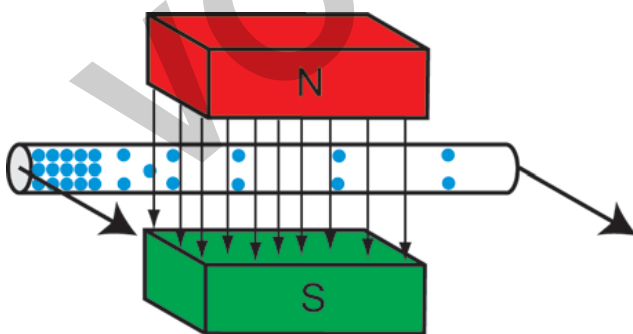
Wirkung: (hier: nach rechts) Dies bedeutet, dass die technische Stromrichtung nach rechts geht, dass also die Elektronen sich im Leiterstück nach links bewegen.



Skizzen: Carlo Vöst

© RAABE 2022

Erklärung mit der Lorentzkraft:



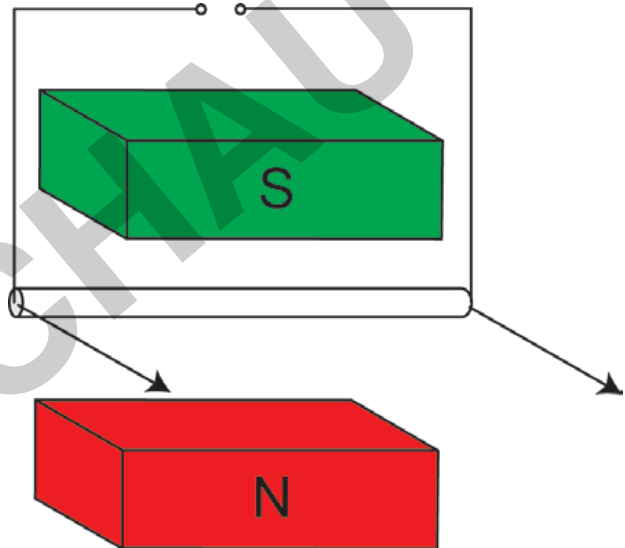
Mit der Bewegung des Leiterstücks nach vorne werden seine beweglichen Leitungselektronen mitbewegt; das bedeutet, dass aufgrund der Lorentzkraft auf jedes mitbewegte Elektron eine Kraftwirkung erfolgt. Es entsteht damit (*UVW-Regel, Magnetfeldrichtung als Vermittlung nach unten*) im Leiterstück links ein Elektronenüberschuss und rechts ein Elektronenmangel.

3. Eine Spule mit angeschlossenem Spannungsmessgerät wird neben einen Elektromagneten gestellt und mit einem gemeinsamen Weicheisenkern verbunden.

- Skizzieren Sie die Anordnung.
- Beschreiben Sie zwei verschiedene experimentelle Möglichkeiten, wie mit dieser Anordnung in der Spule eine Spannung induziert werden kann. Erklären Sie, wie so eine Spannung induziert wird.
- Nennen Sie zwei experimentelle Maßnahmen, durch welche die induzierte Spannung erhöht werden kann.

4.

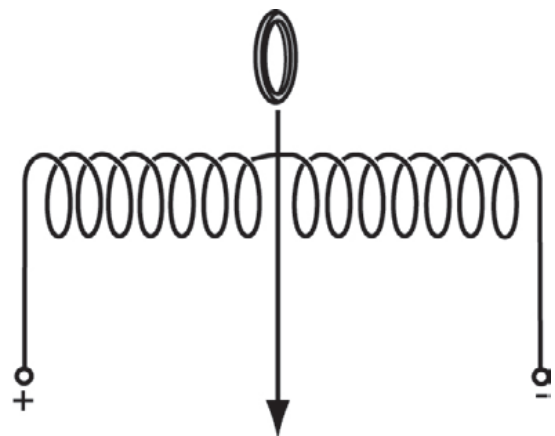
- Kennzeichnen Sie die magnetische Flussdichte \vec{B} , die Lorentzkraft \vec{F}_L sowie die resultierende Polung der Induktionsspannung am oberen Anschluss in der rechts abgebildeten Leiterschaukel, wenn der Leiter nach vorne schaukelt.



- Berechnen Sie die Induktionsspannung für einen 2,0 cm langen Leiter, der mit $0,10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ durch ein 0,40 T starkes Magnetfeld bewegt wird.

- Nennen Sie vier Maßnahmen, mit denen man die Spannung am obigen Anschluss erhöhen kann.

5. Eine stromdurchflossene Spule (siehe Abbildung) besitzt in der Mitte einen schmalen Spalt, durch den ein kleiner Kupferring (von oben nach unten) hindurchfällt. Beschreiben und begründen Sie den Bewegungsablauf des Kupferrings.



Skizzen: Carlo Vöst

© RAABE 2022