



**MEHR
ERFAHREN**

TRAINING

Realschule

Physik 10. Klasse

Für alle Wahlpflichtfächergruppen

STARK

Inhalt

Vorwort

Widerstand von Leitern

1	Leiterkennlinie und ohmsches Gesetz	1
2	Elektrischer Widerstand	5
3	Elektrischer Widerstand und Temperatur	11
4	Widerstandsgesetz	14

Schaltungen von Widerständen

5	Reihenschaltung (unverzweigter Stromkreis)	19
6	Parallelschaltung (verzweigter Stromkreis)	23
7	Kombinierte Schaltungen*	28
8	Vorwiderstand	32
9	Anwendungen von Reihen- und Parallelschaltung*	34

Elektrizitätsleitung in Halbleitern

10	Leitungsvorgänge*	41
11	Halbleiterdiode*	45

Elektromagnetische Induktion

12	Grundprinzip	51
13	Lenzsche Regel	57
14	Wirbelströme	62
15	Selbstinduktion*	66

Energieumwandlungen in elektrische Energie

16	Wechselstromgenerator	71
17	Transformator	77

Atom- und Kernphysik

18	Aufbau des Atoms und des Atomkerns	85
19	Radioaktive Strahlung und Kernumwandlungen	89
20	Nachweisgeräte für radioaktive Strahlung	95

* Diese Teilkapitel sind für dich nur wichtig, wenn du in der Wahlpflichtfächergruppe I bist.
Ansonsten kannst du diese Teilkapitel auslassen.

21	Aktivität und Halbwertszeit	97
22	Zerfallsgesetz und C-14-Metode*	99
23	Bindungsenergie, Kernspaltung und Kernfusion	104
24	Gefahren und Nutzen der radioaktiven Strahlung	111
25	Energiedosis und Äquivalentdosis*	114

Grundlagen der Energieversorgung

26	Primäre und sekundäre Energieträger	117
27	Wärmekraftwerke / thermische Kraftwerke	120
28	Kraftwerke auf Basis regenerativer Energieträger	125
29	Energieträger und Umwelt	143

Lösungen	147
-----------------------	-----

Anhang

1	Grundwissen Klasse 7–9	259
2	Stichwortverzeichnis	268

Autor: Lorenz K. Schröfl

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

dieses Buch umfasst den gesamten **Lernstoff der 10. Klasse der Realschule** in allen Wahlpflichtfächergruppen (I, II und III a/b). Es hilft dir, dich auf Leistungsnachweise in der Schule vorzubereiten, dein Können zu festigen und Wissenslücken zu schließen. Darüber hinaus eignet es sich optimal für die Vorbereitung auf die Abschlussprüfung in Physik.

Das Übungsbuch ist folgendermaßen aufgebaut, sodass ein **selbständiges Arbeiten** einfach möglich ist:

- In den Theoriekapiteln werden **alle Themen des Lehrplans** erklärt und verständlich dargestellt.
- In den **Merkkästen** wird das Wichtigste knapp und einprägsam zusammengefasst.
- Anhand von **Beispielen** und deren Lösung wird der Stoff veranschaulicht und dargestellt. Hier kannst du sehen, wie das Gelernte häufig abgefragt wird. Auch die Herangehensweise an Aufgaben wird ausführlich aufgezeigt.
- Zahlreiche **Übungsaufgaben** zu jedem Kapitel bieten dir die Möglichkeit, den Unterrichtsstoff selbst einzuüben. Damit kannst du testen, ob du den gelernten Stoff anwenden kannst. Schwierigere Aufgaben sind mit dem Symbol ***** gekennzeichnet.
- Zu jeder Aufgabe gibt es am Ende des Buchs eine **ausführlich vorgerechnete Lösung**. Damit kannst du überprüfen, ob deine Lösung richtig ist.
- Dieses Zeichen verweist auf eine externe **Simulation** oder Anwendung im Internet. Die Link-Seite des Stark Verlags zu diesem Trainingsbuch ist unter der Adresse www.stark-verlag.de/physik/91431 zu finden.
- Begriffe, die dir unklar sind, kannst du im **Anhang** nachschlagen. Dort sind viele **wichtige Definitionen** zusammengefasst, die grundlegend für die 10. Jahrgangsstufe sind.



Ich wünsche dir gute Fortschritte beim Arbeiten mit diesem Buch und viel Erfolg in der Physik.

Lorenz K. Schröfl

Elektromagnetische Induktion

12 Elektromagnetische Induktion – Grundprinzip

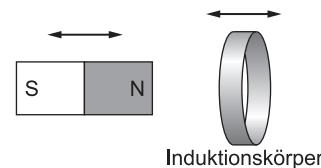
Wie du bereits weißt, findet in einem Elektromotor der folgende Vorgang statt: Eine drehbar gelagerte Spule befindet sich in einem Magnetfeld. Fließt durch die Spule Strom, so entsteht eine Drehbewegung. Verantwortlich dafür sind Lorentz-Kräfte. Elektrische Energie wird in Bewegungsenergie umgewandelt. Der Begriff Induktion beschreibt den umgekehrten Vorgang: Eine vorgegebene Bewegung eines Leiters in einem Magnetfeld führt zu einem Stromfluss.

- Unter **Induktion** versteht man die Entstehung einer elektrischen Spannung in einem leitfähigen Körper (z. B. Spule, Ring, Leiterschleife), wenn sich in diesem das Magnetfeld ändert. Die Ursache dafür sind Lorentz-Kräfte.
- Die entstehende Spannung wird **Induktionsspannung** genannt. Man kann auch sagen: Eine Spannung wird **induziert**.
- Ist der Induktionskörper geschlossen oder befindet sich in einem geschlossenen Stromkreis, so fließt Strom – der sogenannte **Induktionsstrom**.

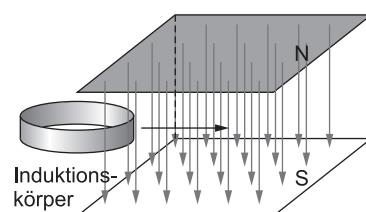
Sobald keine Magnetfeldänderung bzw. Bewegung mehr stattfindet, hört die Induktion sofort auf.

Die Änderung des Magnetfeldes in dem Induktionskörper (z. B. Spule, Ring, Leiterschleife) kann verschiedene Ursachen haben:

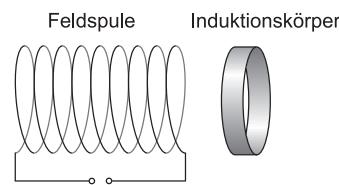
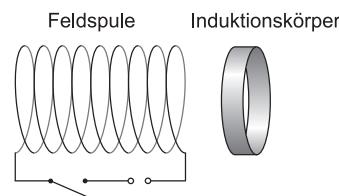
1. Ein Magnet und ein Induktionskörper werden relativ zueinander bewegt.



2. Ein Induktionskörper wird in ein homogenes Magnetfeld hinein oder aus diesem heraus bewegt. Ist der Induktionskörper vollständig in dem Magnetfeld und wird darin geradlinig weiterbewegt, so liegt keine Magnetfeldänderung vor.



3. An einer Feldspule wird eine Gleichspannung ein- oder ausgeschaltet, damit wird in ihr einmalig ein Magnetfeld auf- oder abgebaut. In einem nahen Induktionskörper findet somit auch die Magnetfeldänderung statt und eine Induktionsspannung entsteht. Wenn das Magnetfeld in der Feldspule vollständig aufgebaut ist, endet die Induktion.
4. An einer Feldspule wird eine Wechselspannung angelegt, es findet also eine ständige Änderung des Magnetfelds statt. In einem nahen Induktionskörper findet somit auch eine ständige Magnetfeldänderung statt. Die Folge ist eine sich ständig ändernde Induktionsspannung.

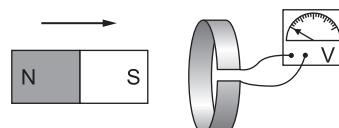


Bei einer Spule hängt die Induktionsspannung von folgenden Faktoren ab. Sie ist größer, wenn

- die Änderung des Magnetfeldes schneller erfolgt.
- der Betrag, um den sich das Magnetfeld ändert, größer ist.
- die Windungszahl der Induktionsspule größer ist.
- sich in der Spule ein Weicheisenkern befindet.

Beispiele

1. Ein Aluminiumring ist an einer Stelle offen und mit einem Spannungsmessgerät verbunden. Ein Stabmagnet wird schnell zum Ring bewegt und kurz vor dem Eindringen in den Ring plötzlich angehalten.
- Welche Beobachtung ist zu erwarten?
 - Gib eine Erklärung für die Beobachtung an. Fließt im Ring ein Strom?
 - Der Vorgang wird mit einem geschlossenen Aluminiumring wiederholt. Welche Vorgänge spielen sich nun ab?
 - Beschreibe die stattfindende Energieumwandlung zu dem Versuch aus Teilaufgabe c.



Lösung:

- Das Spannungsmessgerät zeigt einen Ausschlag an, der beim Anhalten des Stabmagneten wieder auf null zurückgeht.
- Durch die Annäherung der Stabmagneten kommt es zu einer Magnetfeldänderung in dem Ring. Es entsteht eine Induktionsspannung. Da der Ring jedoch nicht geschlossen ist, kann kein Strom (Induktionsstrom) fließen.

- c) Es entsteht wieder eine Induktionsspannung. Da der Ring geschlossen ist, fließt ein Induktionsstrom.
- d) Bei dem Vorgang wird mechanische Energie (Bewegung des Magneten) zunächst in elektrische Energie (Induktion) und dann in thermische Energie (Erwärmung des Rings) umgewandelt.
2. Durch folgende Versuche soll anschaulich werden, wie eine Induktionsspannung entsteht und welche Rolle dabei die Lorentz-Kräfte spielen.
- a) Bewegt man ein Leiterstück in dem homogenen Magnetfeld eines Hufeisenmagneten, so zeigt das Voltmeter einen Ausschlag an (Leiterschaukel-Versuch).
Gehe von einem Elektron im Leiterstück aus und finde mit der UVW-Regel der linken Hand heraus, in welche Richtung die Lorentz-Kraft wirkt. Gib auch an, in welche Richtung Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger dabei zeigen. Warum entsteht eine Spannung?
-
- b) Eine Leiterschleife befindet sich **vollständig** in dem homogenen Magnetfeld und wird darin eine kleine Strecke waagrecht bewegt. Alle Seiten der Leiterschleife bleiben jedoch im Magnetfeld.
Was passiert mit den Elektronen in den Seiten A, B, C und D? Wende auch hier die UVW-Regel der linken Hand an. Warum zeigt das Voltmeter keine Spannung an?
-
- c) Die Leiterschleife befindet sich nur noch **teilweise** (nicht mehr mit der Seite A) im homogenen Magnetfeld und wird eine kleine Strecke waagrecht weiter aus dem Magnetfeld bewegt, die Seite C bleibt dabei jedoch noch im Magnetfeld.
Erkläre die Entstehung einer Induktionsspannung, indem du auf die Vorgänge in den vier Seiten A, B, C und D eingehst.
-

Lösung:

- a) Weil das Elektron in einem Magnetfeld bewegt wird, wirkt auf es die Lorentz-Kraft. Deren Richtung lässt sich mit der UVW-Regel der linken Hand nachvollziehen:
- Ursache (Daumen): gegebene Bewegung des Elektrons nach rechts
 - Vermittlung (Zeigefinger): Magnetfeldrichtung ($N \rightarrow S$) nach unten
 - Wirkung (Mittelfinger): Lorentz-Kraft nach vorne (aus der Zeichenebene heraus)

Die Elektronen werden also in dem Leiterstück nach vorne bewegt.

Durch die Ladungstrennung wurde eine Spannung erzeugt.

- b) Betrachtet man jeweils ein Elektron auf den vier Seiten, so stellt man fest, dass die Lorentz-Kraft jeweils nach vorne (aus der Zeichenebene heraus) zeigt.

In den Seiten B und D werden die Elektronen jeweils nur zur Leiterwand bewegt.

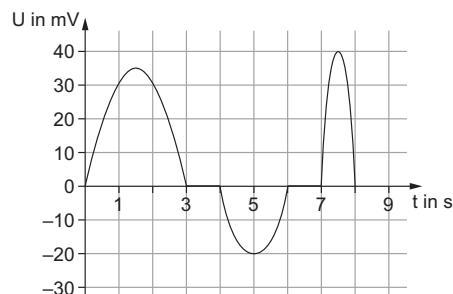
In den Seiten A und C werden die Elektronen jeweils nach vorne (aus der Zeichenebene heraus) bewegt. Bezogen auf die ganze Leiterschleife werden die Elektronen somit in entgegengesetzte Richtungen bewegt. Die Wirkung gleicht sich aus und es ist keine Spannung messbar.

- c) In den Seiten B und D können die Elektronen nur noch in den Bereichen, die sich noch im Magnetfeld befinden, zur Leiterwand bewegt werden.

Befindet sich die Seite A nicht mehr in dem homogenen Magnetfeld, so werden in ihr auch keine Elektronen mehr bewegt. Die Elektronen in der Seite C können weiterhin bewegt werden. In der Leiterschleife kann ungehindert Ladungstrennung stattfinden. Eine Spannung ist messbar.

- 51** Ein Stabmagnet wird relativ zu einer Spule bewegt. Die auftretende Induktionsspannung U wird gemessen und in Abhängigkeit von der Zeit t dargestellt.

- a) Beschreibe eine zum U - t -Diagramm passende Abfolge von Bewegungen für den Stabmagneten. Zuerst wird der Stabmagnet zur Spule hinbewegt.
- b) Wie würde sich das Diagramm verändern, wenn der Bewegungsablauf mit einem schwächeren Stabmagneten durchgeführt werden würde? Wie würde sich eine höhere Windungszahl auswirken?

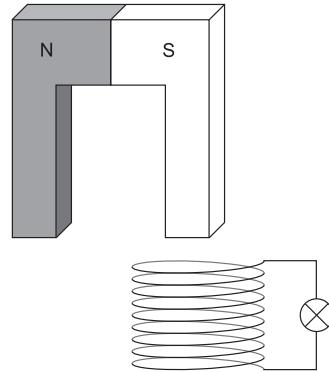


- c) Zeichne ein mögliches U-t-Diagramm passend zu folgendem Ablauf:

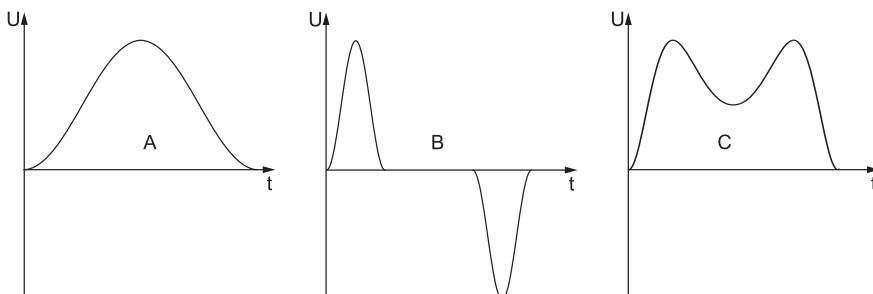
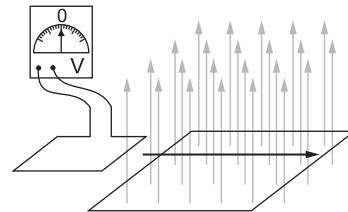
Der Stabmagnet wird in zwei schnellen Schüben mit einer kurzen Unterbrechung in die Spule hineinbewegt. Nach einer längeren Unterbrechung wird er langsam wieder herausgezogen.

- 52** Durch den Vorgang der Induktion soll ein Lämpchen zum Aufleuchten gebracht werden. Dazu werden ein Hufeisenmagnet und eine Spule mit 2 000 Windungen verwendet. Ein Lämpchen ist mit den Anschlüssen der Spule verbunden.

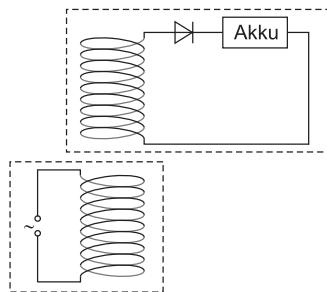
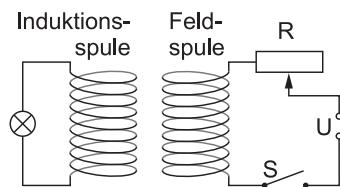
- Beschreibe allgemein, was passieren muss, damit es zur Induktion kommt.
Welche Bewegungsmöglichkeiten gibt es?
- Der Magnet wird auf die Spule zubewegt.
Warum leuchtet das Lämpchen?
- Welche Bedingungen könnten verändert werden, damit das Aufleuchten des Lämpchens heller wird?
- Welche Energieumwandlungen finden statt?
- Eine Spannungsmessung hat ergeben, dass kurzzeitig 4,5 V induziert werden können. Da das Lämpchen einen Widerstand von 15Ω besitzt, sollte nach der Formel $I = \frac{U}{R}$ die Stromstärke 0,30 A betragen. Tatsächlich konnten nur 0,17 A gemessen werden.
Erkläre den Unterschied zum erwarteten Wert.



- 53** Eine offene quadratförmige Leiterschleife aus Aluminium wird mit konstanter Geschwindigkeit entlang der eingezeichneten Richtung durch ein homogenes Magnetfeld bewegt. Die Enden der Leiterschleife sind mit einem Spannungsmessgerät verbunden.
- Welches der U-t-Diagramme passt zu der Bewegung? Begründe deine Wahl.



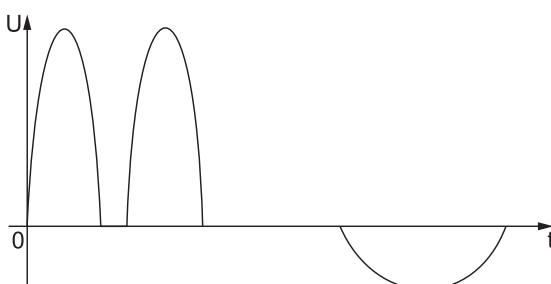
- 54** Für ein Experiment wird der skizzierte Aufbau verwendet. Die Elektrizitätsquelle liefert eine Gleichspannung. Der Schalter S sei zunächst offen.
- Was kannst du am Lämpchen in den Sekunden direkt nach dem Schließen des Schalters beobachten?
 - Erkläre schrittweise die Beobachtung von Teilaufgabe a. Gehe dabei auch auf die vorkommenden Energieumwandlungen ein.
 - Der Schalter ist geschlossen und das Lämpchen leuchtet nicht mehr. Durch eine schnelle Bewegung wird der Schiebewiderstand R deutlich vergrößert. Was wird zu beobachten sein? Gib auch eine Erklärung an.
 - Statt einer Gleichspannung wird eine Wechselspannung verwendet. Der Schalter wird geschlossen. Welche Beobachtung ist zu erwarten? Erkläre.
- 55** Untersucht man den Aufbau einer sogenannten Induktions-taschenlampe, so entdeckt man eine feste Spule und einen Permanentmagneten, der entlang der Spulenachse hin- und hergleiten kann. Bewegt man die Taschenlampe schnell vor und zurück, so leuchtet das Lämpchen.
- Erkläre das Zustandekommen des Induktionsstroms.
 - Nenne drei Maßnahmen, mit denen sich die Induktionsspannung erhöhen lässt. Unterscheide zwischen baulichen Maßnahmen und Einflussmöglichkeiten des Benutzers.
 - Markus behauptet: „Die Taschenlampe erzeugt elektrische Energie und das Lämpchen leuchtet.“ Erkläre, warum diese Aussage physikalisch falsch ist.
- 56** Das Aufladen von Mobiltelefonen ist kabellos möglich. Das Handy wird dabei auf eine plattenförmige Ladestation gelegt, die an das Haushaltsnetz angeschlossen wird. An den Stromanschluss des Mobiltelefons ist ein kleiner Ladeclip anzustecken.
- Welche Funktion hat der Ladeclip?
 - Erkläre, wie der Stromfluss zustande kommt, mit dem der Akku des Telefons geladen wird.
 - Warum muss eine Halbleiterdiode eingesetzt werden?



51

a)	Zeitraum	Bewegung
0 s bis 3 s	Stabmagnet wird zur Spule hinbewegt	
3 s bis 4 s	keine Bewegung	
4 s bis 6 s	Stabmagnet wird langsam von der Spule wegbewegt	
6 s bis 7 s	keine Bewegung	
7 s bis 8 s	Stabmagnet wird schnell zur Spule hinbewegt	

- b) Durch ein schwächeres Magnetfeld des Stabmagneten wäre die Induktionsspannung geringer und damit auch der Ausschlag auf dem Messgerät. Das U-t-Diagramm wäre in U-Richtung gestaucht.
- Durch eine größere Windungszahl der Spule wäre die Induktionsspannung größer und damit auch der Ausschlag auf dem Messgerät. Das U-t-Diagramm wäre in U-Richtung gestreckt.
- c) Mögliches U-t-Diagramm:

**52**

- a) Damit es zur Induktion kommt, muss sich das Magnetfeld in der Spule ändern. Dazu müssen der Magnet bzw. die Spule relativ zueinander bewegt werden. Es gibt folgende Möglichkeiten:
- Bewegung des Magneten zur Spule hin oder von ihr weg
 - Bewegung der Spule zum Magneten hin oder von ihm weg
 - gleichzeitige Bewegung des Magneten und der Spule aufeinander zu oder voneinander weg
 - Rotation der Spule bzw. des Magneten

- b) – Das Magnetfeld im Induktionskörper Spule wird geändert.
 – Es kommt zur Induktion: In der Spule entsteht eine Induktionsspannung.
 – Da der Stromkreis geschlossen ist, fließt ein Induktionsstrom.
 – Das Lämpchen leuchtet.
- c) Das Aufleuchten des Lämpchens ist heller, wenn die Induktionsspannung größer ist. Dann ist nämlich auch der Induktionsstrom größer und somit auch die Leistungsaufnahme des Lämpchens.
 Die Induktionsspannung ließe sich durch folgende Maßnahmen erhöhen:
 – Magnet mit einem stärkeren Magnetfeld
 – höhere Windungszahl der Spule
 – schnellere Bewegung von Magnet/Spule
 – Weicheisenkern in der Spule
- d) Energieumwandlungen:
 Mechanische Energie → Elektrische Energie → Strahlungsenergie (und thermische Energie)
- e) Durch die Induktion stellt die Spule kurzzeitig eine Elektrizitätsquelle dar.
 Diese besitzt wegen des Widerstands der Spulendrähte einen Innenwiderstand, an dem eine Spannung abfällt. Die Betriebsspannung ist somit kleiner als die zuvor gemessene Quellenspannung von 4,5 V. Somit ist auch die Stromstärke kleiner.

53 Nur das U-t-Diagramm B passt zu der beschriebenen Bewegung.

Begründung:

Die Bewegung kann in drei Abschnitte untergliedert werden.

- Die Leiterschleife tritt in das homogene Magnetfeld ein, befindet sich jedoch noch nicht vollständig darin: In der Leiterschleife findet eine Magnetfeldänderung statt. Somit entsteht eine Induktionsspannung.
- Die Leiterschleife ist vollständig in dem homogenen Magnetfeld und wird in diesem bewegt: Das Magnetfeld in der Leiterschleife bleibt bei dieser Bewegung unverändert; es findet also keine Magnetfeldänderung statt. Somit gibt es auch keine Induktionsspannung.
- Die Leiterschleife tritt aus dem homogenen Magnetfeld aus, befindet sich jedoch noch teilweise darin: In der Leiterschleife findet eine Magnetfeldänderung statt. Somit entsteht eine Induktionsspannung, deren Richtung der ersten Induktionsspannung entgegengesetzt ist.

54 a) In den Sekunden direkt nach dem Schließen des Schalters leuchtet das Lämpchen kurzzeitig auf.

- b) – Der Schalter wird geschlossen. Dadurch fließt Strom durch die Feldspule. Ein Magnetfeld wird aufgebaut.
- Diese Magnetfeldänderung durchdringt auch die Induktionsspule. In ihr findet also eine Magnetfeldänderung statt.
 - In der Induktionsspule entsteht eine Induktionsspannung.
 - Da der Stromkreis geschlossen ist, fließt ein Induktionsstrom.
 - Das Lämpchen leuchtet.
 - Nach kurzer Zeit ist das Magnetfeld der Feldspule vollständig aufgebaut.
 - Es findet also keine Magnetfeldänderung mehr statt, welche die Induktionsspule durchdringen kann.
 - Somit entsteht auch keine Induktionsspannung mehr.
 - Das Lämpchen leuchtet nicht mehr.

Energieumwandlungen:

Elektrische Energie → Magnetische Energie → Elektrische Energie → Strahlungsenergie (und thermische Energie)

- c) Beobachtung: Das Lämpchen leuchtet auf.

Erklärung:

- Durch den größeren Widerstand sinkt die Stromstärke in dem Stromkreis, und damit auch in der Feldspule.
- Das Magnetfeld in der Feldspule wird schwächer.
- Diese Magnetfeldänderung durchdringt auch die Induktionsspule. Es findet also eine Magnetfeldänderung in der Induktionsspule statt.
- In der Induktionsspule entsteht eine Induktionsspannung.
- Da der Stromkreis geschlossen ist, fließt ein Induktionsstrom.
- Das Lämpchen leuchtet.

- d) Beobachtung: Das Lämpchen leuchtet durchgehend.

Erklärung:

- Durch die anliegende Wechselspannung findet eine ständige Magnetfeldänderung in der Feldspule statt.
- Diese Magnetfeldänderung durchdringt auch die Induktionsspule. Es findet also eine ständige Magnetfeldänderung in der Induktionsspule statt.
- In der Induktionsspule entsteht eine sich ständig ändernde Induktionsspannung (Wechselspannung).
- Da der Stromkreis geschlossen ist, fließt ein sich ständig ändernder Induktionsstrom (Wechselstrom).
- Das Lämpchen leuchtet.

- 55** a) – Der Permanentmagnet wird durch das Schütteln der Taschenlampe durch die Spule hindurchbewegt.
 – Es findet eine Magnetfeldänderung in der Induktionsspule statt und eine Spannung wird induziert.
 – Da der Stromkreis mit dem Lämpchen geschlossen ist, fließt ein Induktionsstrom.
 – Das Lämpchen leuchtet.
- b) Bauliche Maßnahmen zur Erhöhung der Induktionsspannung:
 – stärkeres Magnetfeld des Permanentmagneten
 – größere Windungszahl der Induktionsspule
 Einflussmöglichkeiten des Anwenders zur Erhöhung der Induktionsspannung:
 schnellere Bewegung der Taschenlampe
- c) Es gilt der Energieerhaltungssatz: Energie kann weder erzeugt, noch vernichtet werden. Die mechanische Energie wird in elektrische Energie umgewandelt.
- 56** a) Der Ladeclip besteht aus einer Induktionsspule und einer Halbleiterdiode.
- b) – Durch die an der Ladestation anliegende Wechselspannung findet eine ständige Magnetfeldänderung in der Ladestationsspule statt.
 – Diese Magnetfeldänderung durchdringt auch die Ladeclip-Spule (Induktionsspule). Es findet also eine ständige Magnetfeldänderung in der Ladeclip-Spule statt.
 – In der Ladeclip-Spule entsteht eine Induktionsspannung (Wechselspannung).
- c) Durch die Halbleiterdiode wird erreicht, dass am Akku eine pulsierende Gleichspannung abfällt. Der Stromkreis ist geschlossen und es fließt ein pulsierender Gleichstrom, mit dem der Akku geladen wird.
- 57** a) Beobachtung: Das Wägelchen mit dem Ring wird von dem wegbewegten Magneten angezogen.
 Erklärung:
 – Durch das Wegbewegen des Stabmagneten von dem Ring findet in dem Ring eine Abnahme des Magnetfelds statt.
 – Der Ring bildet durch den Induktionsstrom ein Magnetfeld aus, welches der Abnahme entgegenwirkt (lenzsche Regel). Zum wegbewegten Südpol bildet der Ring also einen Nordpol aus.
 – Es kommt zur Anziehung.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH
ist urheberrechtlich international geschützt.
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung
des Rechteinhabers in irgendeiner Form
verwertet werden.

STARK