Handout der Übungsstunde vom 30. April 2020
Woche 10

Bibiana Prinoth
bibi@galactic-gossip.ch
http://galactic-gossip.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Hall-Effekt

In Magnetfeldern wirkt auf bewegte Ladungen eine zu ihrer Bewegungsrichtung senkrecht wirkende Kraft. In einem stromdurchflossenen Leiter schiebt diese Kraft die Ladungsträger auf eine Seite des Leiters, und es kommt zu einer Ladungstrennung. Dieses Phänomen nennt man **Hall-Effekt**. Zwischen der oberen und der unteren Seite des Ladungsträger entsteht dann eine Spannungsdifferenz, die sogenannte **Hall-Spannung**

$$U_H = E_H b = v_d B b \tag{1}$$

2 Magnetische Induktion

2.1 Der magnetische Fluss

Der magnetische Fluss durch eine Oberfläche $\vec{A}$ ist definiert durch

$$\Phi_{\text{mag}} = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} \tag{2}$$

2.2 Faraday'sches Gesetz

Experimente von Faraday zeigten, dass jede Änderung des magnetischen Flusses durch die von einem elektrischen Leiter umschlossene Fläche eine Spannung in dem Leiter induziert, deren Stärke proportional zur Änderungsrate des Flusses ist.

$$\varepsilon = U_{\text{ind}} = -\frac{d\Phi_{\text{mag}}}{dt} = -\frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} \tag{3}$$

Hier muss man enorm auf die Fläche aufpassen. Ist sie zeitlich konstant, können wir die Ableitung ins Integral ziehen. Falls nicht, müssen wir das Integral zuerst berechnen.

2.3 Lenz'sche Regel

Die von der Zustandsänderung verursachte Induktionsspannung ist stets so gerichtet, dass sie ihrer Ursache entgegen wirkt.
Ihr seht dabei direkt, dass das Konzept der Induktion mit eigentlich zwei Formeln und einer Regel erklärt werden kann. Um dieses Konzept zu verstehen, betrachten wir nun einige Beispiele.

3 Beispiele

3.1 Anwendung der Lenz'schen Regel bei einer bewegten Spule

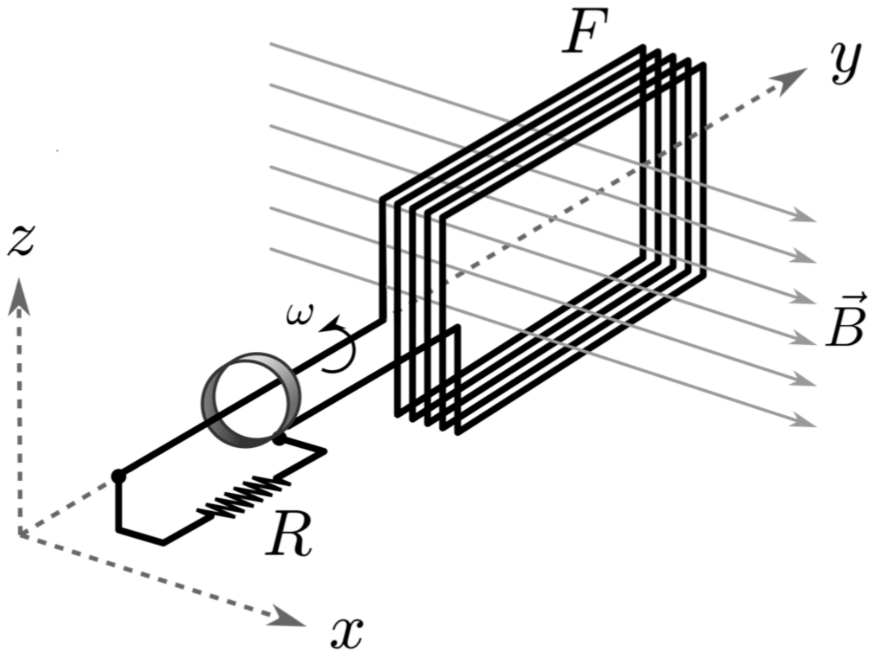
Gegeben ist eine rechteckige Spule mit $n = 80$ Windungen, sowie den Seitenlängen $a = 20$ cm und $b = 30$ cm. Die Spule befindet sich zur Hàlfte ein einem Magnetfeld mit einer Stärke von $B = 0.8$ T, das in die Papierebene hineinzeigt. Der Widerstand der Spule sei $R = 30\ \Omega$. Berechne den Beitrag und die Richtung des induzierten Stroms, wenn sich die Spule mit einer Geschwindigkeit von $v = 2$ m/ s

1. nach rechts,
2. in der Papierebene nach oben und
3. in der Papierebene nach unten bewegt.

3.2 Elektromagnetischer Generator

Gegeben sei ein elektromagnetischer Generator. Er besteht aus einer Spule mit N Windungen und der Fläche F, die von einer Turbine mit Winkelgeschwindigkeit ω um ihr Achse gedreht wird. Die Spule befindet sich in einem Gebiet mit homogenem Magnetfeld B, senkrecht zur Drehachse, und ist an einem Verbraucher mit Widerstand R angeschlossen.

1. Berechne die induzierte Spannung zwischen den Enden der Spule, als Funktion der Zeit.
2. Berechne den Strom durch den Widerstand und die darin dissipierte Leistung. Berechne die durchschnittlich dissipierte Leistung.
3. Berechne das magnetische Moment der stromdurchlossenen Spule und das Drehmoment, das vom homogenen Magnetfeld B auf die Spule ausgeübt wird.



3.3 Halbkreis-Generator

Im Halbraum $x < 0$ eines kartesischen Koordinatensystems ist ein homogenes Magnetfeld $\vec{B} = B\vec{e_z}$. Das Magnetfeld für $x > 0$ ist gleich Null. Eine halbkreisförmige geschlossene Leiterschleife mit Radius a und Widerstand R befindet sich in der xy-Ebene. Die Schleife rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω entgegen dem Uhrzeigersinn um die z-Achse. Zur Zeit $t = 0$ befindet sich die komplette Schleife ausserhalb des Magnetfeldes.

1. Berechne den magnetischen Fluss durch die Schleife für die Zeiten $t \in [0, T/2]$ wobei T die Rotationsperiode ist.

2. In welche Richtung fliesst der Strom für $t \in [0, T/2]$? In welche Richtung fliesst er für $t \in [T/2, T]$? Skizziere den zeitlichen Verlauf des Stroms I. (Vernachlässige die Selbstinduktivität der Schleife.)

3. Berechne den maximalen, induzierten Strom in der Schleife.

4. Berechne das benötigte, externe Drehmoment, damit die Schleife mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit ω rotiert.