

Prof. Dr. Holger Stark
Johannes Blaschke, Alice von der Heydt, Benjamin Lingnau, Maria Zeitz,
Samuel Brem, Christopher Wächtler

8. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik

Abgabe: Mo. 14.12.2015 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

M Aufgabe 23: *Fahrraddynamo*

Ein leitender Kreisring mit dem Radius a befindet sich in der x - y -Ebene und rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω um die x -Achse. Dabei befindet er sich im homogenen Magnetfeld $\mathbf{B} = B\mathbf{e}_z$.

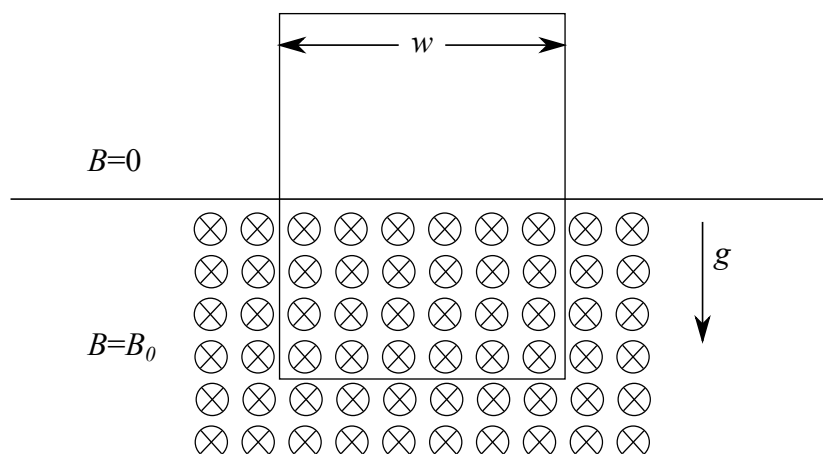
- Welche Spannung $U(t)$ wird in dem Ring induziert?
- Nun wird ein Lämpchen angeschlossen, welches die Leistung $P = U^2/R$ verbraucht. Welches Drehmoment M muss man im zeitlichen Mittel auf den Ring ausüben, um die Winkelgeschwindigkeit ω konstant zu halten.

S Aufgabe 24 (4+3+1=8 Punkte): *Fallende Leiterschleife*

Eine rechteckige Leiterschleife mit den Seiten l und w wird zum Zeitpunkt $t = 0$ über eine Region mit einem konstanten Magnetfeld $B = B_0$ losgelassen. Dabei steht das Magnetfeld senkrecht zur Ebene der Schleife und zeigt in die Ebene hinein (siehe Skizze). Die Leiterschleife hat den Widerstand R , die Selbstinduktivität L und die Masse m . Betrachten Sie die Leiterschleife in der Zeit während sich die obere Kante noch im feldfreien Raum befindet.

- Nehmen Sie an, dass die Selbstinduktivität L vernachlässigt werden kann, nicht aber der Widerstand R . Bestimmen Sie Strom und Geschwindigkeit als Funktion der Zeit. Lösen Sie die Bewegungsgleichung.
- Nehmen Sie an, dass der Widerstand vernachlässigt werden kann, nicht aber die Selbstinduktivität L . Bestimmen Sie auch für diesen Fall Geschwindigkeit und Strom als Funktion der Zeit. Lösen Sie die Bewegungsgleichung.

Vernachlässigen Sie in beiden Fällen den Luftwiderstand. Nehmen Sie an, dass die Leiterschleife unendlich lang ist ($l \rightarrow \infty$). In welchem Fall wird ein Gleichgewichtszustand erreicht?



8. Übung TPIII WS 15/16

S Aufgabe 25 (3+6+3=12 Punkte): Stromdurchflossener Draht

Betrachten Sie einen Draht der Länge h mit Radius a und Permeabilität μ durch den ein Strom I fließt. Berechnen Sie die Energie und die Selbstinduktivität L des Drahtes. Nehmen Sie an, dass $a \ll h$ sei.

- (a) Berechnen Sie zunächst den Teil $L^{(i)}$ der Induktivität, der durch die magnetische Energie im Inneren des Drahtes herrührt.
- (b) Berechnen Sie nun die Energie und den Anteil $L^{(a)}$ für das Feld außerhalb des Drahtes und zeigen Sie, dass

$$L = L^{(i)} + L^{(a)} = \frac{\mu}{2\pi} h \left(\ln \left(\frac{2h}{a} \right) - \frac{3}{4} \right).$$

- (i) Außerhalb des Drahtes dürfen Sie die homogene Stromverteilung durch einen Strom auf der Drahtoberfläche $\mathbf{j} = \delta(\rho - a)\mathbf{e}_z$ bzw. durch einen Strom auf einer unendlich dünnen Linie entlang der z -Achse $\mathbf{j} = \delta(x)\delta(y)\mathbf{e}_z$ ersetzen. Begründen Sie.
- (ii) Benutzen Sie den Trick aus (i) um geschickt $L^{(a)}$ zu berechnen.
- (c) Stellen Sie sich nun vor, dass der Strom I über die Oberfläche des selben Drahtes wieder zurück fließt (also der Grenzfall eines Koaxialkabels mit einem unendlich dünnen Isolator zwischen den beiden Leitern). Berechnen Sie für diesen Fall die gespeicherte Energie und die Selbstinduktivität. Vergleichen Sie mit der obigen Konfiguration.

Zum Übungsbetrieb: Die Übungsaufgaben teilen sich auf in mündliche **M** und schriftliche **S** Aufgaben. Die Bedingung für die Vergabe eines Übungsscheins gliedert sich daher in zwei Teile:

- Es müssen mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte erreicht werden. Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen. Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!
- Vorrechnen: Jeder Student kreuzt vor jeder Übung diejenigen Aufgaben auf einer ausliegenden Liste an, die er oder sie bearbeitet hat. Wer eine Aufgabe angekreuzt hat, ist bereit diese Aufgabe an der Tafel vorzurechnen. Für den mündlichen Teil des Scheinkriteriums müssen am Ende des Semesters in Summe 50% der mündlichen Aufgaben angekreuzt sein.

	Mo	Di	Mi	Do	Fr
08-10					EW 203 HS
10-12				EB 133C AH/MZ	BH-N 333 BL/JB
12-14	ER 164 CW	H 3012 SB	EW 203 HS		
14-16			H 1029 CW		
16-18			BH-N 333 SB		

Sprechstunden			
HS	Prof. Dr. Holger Stark	Fr 11:30–12:00	EW 709
AH	Alice von der Heydt	Do 13–14	EW 266
BL	Benjamin Lingnau	Di 14–15	EW 629
CW	Christopher Wächtler	Mo 14–15	EW 060
JB	Johannes Blaschke	Do 10–11	EW 708
MZ	Maria Zeitz	Mi 10–11	EW 702
SB	Samuel Brem	Di 11–12	EW 060