

9. Übung zur Physik B2 für Nebenfächler SS 2018

Ausgabe: 07.06.2018

Abgabe: bis 13.06.2018 14:00 Uhr

Briefkästen: 247-249

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Induzierte Spannung

Ein unendlich langer Draht wird von einem zeitabhängigen Strom $I(t) = I_0 \cos \omega t$ durchflossen. Berechnen Sie die induzierte Spannung in einer rechteckigen Leiterschleife, die sich im Abstand R vom Draht befindet.

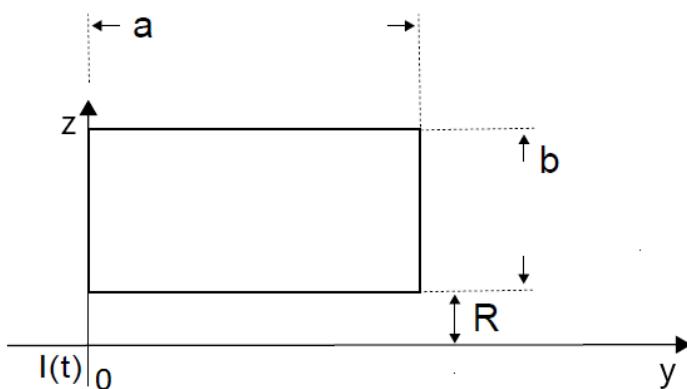


Abbildung 1: Unendlich langer Draht und Leiterschleife.

Aufgabe 2: Ein richtiger Magnet

Die Spule eines Labormagneten für ein Feld von $B = 8,5 \text{ T}$ besteht aus $N_{\text{Spule}} = 3 \cdot 10^4$ Windungen supraleitenden Drahts und hat einen Durchmesser von $d = 16 \text{ cm}$ sowie eine Länge von $l = 30 \text{ cm}$.

- Welcher Strom fließt im supraleitenden Draht? (Nehmen Sie an, dass die Formeln für sehr lange Spulen gelten!)
- Wie dick muss ein Kupferdraht für diesen Strom sein, wenn aus Sicherheitsgründen die Stromdichte nicht mehr als $\vec{j} = 10 \text{ A/mm}^2$ betragen soll?
- Welche elektrische Leistung wird in einem solchen Kupferdraht aufgenommen, wenn er die gleiche Länge hat wie der supraleitende Draht?
(Spezifischer Widerstand $\rho_{\text{Cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$)
- Wie groß ist die Energiedichte w_{mag} des magnetischen Feldes in der Spule? Wie groß ist die magnetische Energie E_{mag} ? ($w_{\text{mag}} = \frac{1}{2\mu_0} \vec{B}^2$)

Aufgabe 3: Alleine auf einer einsamen Insel

Auf einer zunächst malerischen Kreuzfahrt im Südpazifik werden Sie nach einiger Zeit kurzerhand auf einer einsamen Insel ausgesetzt. Neben Ihren persönlichen Gegenständen hat man Ihnen zu Ihrer

Schikane nur 1000 m Draht überlassen. Um für die lebensnotwendigsten Dinge (Smartphone, Notebook, etc.) Strom zu erzeugen, wollen Sie nun versuchen eine Spule zu formen und im Erdmagnetfeld (welches hier $|\vec{B}| = 5 \cdot 10^{-5}$ T beträgt) rotieren zu lassen.

- Sollte die Spule quadratisch oder kreisförmig sein? Der Platz zwischen den Palmen lässt eine Ausdehnung von maximal 1 Meter zu.
- Mit wie viel Umdrehungen pro Sekunde müssen Sie Ihre Spule drehen, um eine Effektivspannung von $U_{\text{eff}} = 3$ V zu erreichen?

Aufgabe 4: Das Magnetfeld einer toroidalen Spule (Torus)

Wenn man eine gewöhnliche, stromdurchflossene Spule mit N Windungen gleichmäßig zu einem Ring biegt, erhält man einen Torus. Das Magnetfeld außerhalb des Torus kann näherungsweise als null angenommen werden ($B_{\text{außen}} = 0$) und wird innerhalb dieser Aufgabe nicht weiter betrachtet. Berechnen Sie das Magnetfeld im Spuleninneren, das heißt, nur zwischen r_i und r_a . Verwenden Sie dazu das Ampèresche Gesetz. Hilfreich sind außerdem Symmetrieverlegungen.

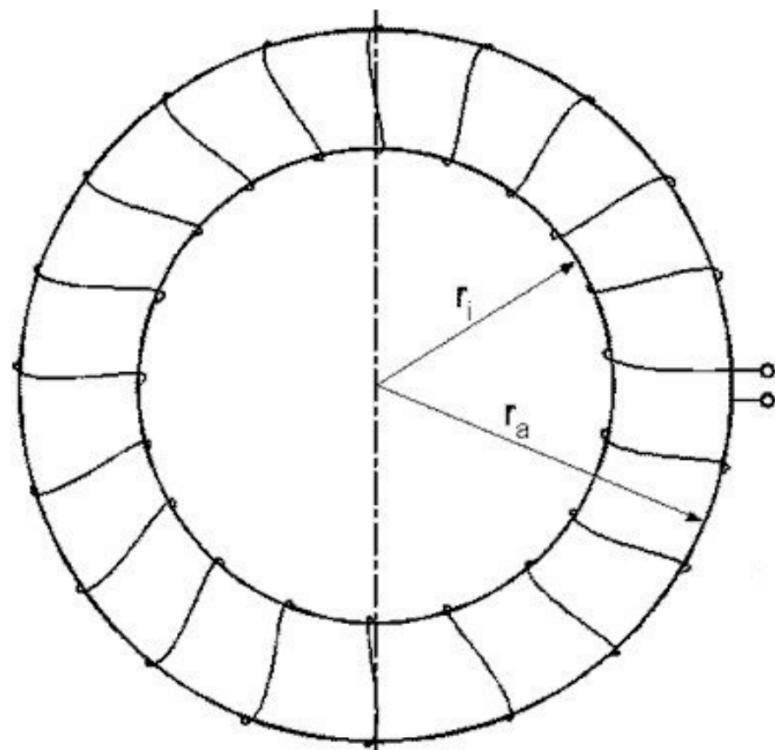


Abbildung 2: Torus mit Kennzeichnung von r_i und r_a