

Name, Vorname: _____ Matr.: _____ Gruppe: _____ !!!

Aufgabe 47: (2 Punkte)

Ein ICE fährt mit der Geschwindigkeit v nach Norden über eine gerade Eisenbahnstrecke, deren Schienen einen Abstand b haben. Die vorderste Achse der Lokomotive stellt zusammen mit den Rädern eine leitende Verbindung mit vernachlässigbarem Widerstand zwischen den Schienen dar.

- Wie groß ist die induzierte Spannung zwischen den Schienen, wenn die zum Erdboden senkrechte Komponente des Erdmagnetfeldes den Betrag B hat?
- Welcher Strom fließt, wenn am 10 km entfernten Bahnhof auf demselben Gleis ein weiterer Zug steht?

Zahlenwerte: $v = 250$ km/h, $b = 1,435$ m, $B = 6,06 \cdot 10^{-5}$ Vs/m², $A = 100$ cm² (Querschnitt einer Schiene), spezifischer Widerstand von Eisen $\rho_{Fe} = 10^{-7}$ Ω m

Aufgabe 48: (1,5 Punkte)

Eine gerade Spule mit der Windungszahl N und einer Querschnittsfläche A wird so aufgestellt, dass ihre Achse nach Norden zeigt. Dreht man die Spule schnell mit ihrer Achse nach Osten, so tritt ein Spannungsstoß von $U_0 \cdot dt$ auf. Wie groß ist die Horizontalkomponente der magnetischen Feldstärke des Erdmagnetfeldes am Ort der Spule?

Zahlenwerte: $N = 3000$, $A = 8 \cdot 10^4$ mm², $U_0 \cdot dt = 1,1 \cdot 10^{-2}$ Vs

Aufgabe 49: (3 Punkte)

Durch eine zylindrische Magnetspule mit der Windungszahl N und der Querschnittsfläche A fließt ein Strom der Stärke I und erzeugt im Inneren der Spule ein homogenes Magnetfeld der Stärke H . Der ohmsche Widerstand der Spule ist R .

- Wie lang ist die Spule und welche Energie ist in ihr gespeichert?
- Wie groß ist die Induktivität der Spule?
- Welche Ladungsmenge fließt, wenn der felderzeugende Strom abgeschaltet und gleichzeitig die Spule kurzgeschlossen wird?

Zahlenwerte: $N = 5000$, $A = 2 \cdot 10^{-3}$ m², $I = 60$ A, $H = 6 \cdot 10^5$ A/m, $R = 38$ Ω

Aufgabe 50: (2,5 Punkte)

Ein Kabel liegt 0,5 m tief unter der Erde und wird von einem Wechselstrom durchflossen (Amplitude I_0 und Frequenz f).

- Welche Amplitude hat die magnetische Flussdichte \vec{B} an der Erdoberfläche?
- Zu ihrer Messung wird eine kleine Zylinderspule vom Querschnitt A und Windungszahl N zusammen mit einem Wechselspannungsmessgerät verwendet. Wie muss die Spule angeordnet werden, um eine maximale Spannung zu erhalten?
- Welche Amplitude hat dann die Spannung?

Zahlenwerte: $N = 3000$, $A = 1$ cm², $I_0 = 70,71$ A, $f = 50$ Hz

Aufgabe 51: (3 Punkte)

Eine lange Spule (Querschnittsfläche A und n) wird von einem Strom I durchflossen.

- Wie groß ist die magnetische Feldstärke B in der Spule?
- Um die Spule wird eine einzige Induktionsschleife (\sim gleicher Querschnitt) gelegt. Wie groß ist der Spannungsstoß $U \cdot dt$ beim Ein- bzw. Ausschalten des Stromes?
- Bei eingeschaltetem Strom I wird das Innere der Spule mit einem Material vollständig ausgefüllt. Dabei tritt in der Induktionsschleife ein Spannungsstoß $U_M \cdot dt$ auf. Das Vorzeichen des Spannungsstoßes entspricht dem, das man beim Ausschalten des Stromes beobachtet hatte. Wie groß ist die Permeabilität des in die Spule gebrachten Materials? Um welche Art magnetischen Materials handelt es sich dabei?

Zahlenwerte: $n = 10000$ Windungen / m, $A = 10$ cm², $I = 10$ A, $U_M \cdot dt = 10^{-8}$ Vs

Aufgabe 52: (4 Punkte) (Vorgriff, optional)

Leiten Sie die Wellengleichung für das \vec{B} -Feld aus den Maxwell'schen Gleichungen her. Es gelte $\vec{j} = 0$ und $\rho = 0$.