

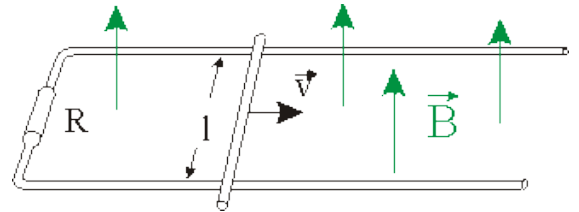
Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

Induktion I 1831 entdeckte Michael Faraday das Phänomen der elektromagnetischen Induktion bei seinem Bemühen, die Funktionsweise eines Elektromagneten („elektrischer Strom erzeugt ein Magnetfeld“) umzukehren („Magnetfeld erzeugt Strom“). Zur Erklärung des Phänomens gibt es zwei alternative Modelle: auf der Grundlage der Lorentzkraft auf bewegte Ladungen oder mit Hilfe der Änderung des magnetischen Flusses.

Ein waagrecht angeordneter und auf der rechten Seite offener Drahtrahmen der Breite $l = 8 \text{ cm}$ wird von einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte $B = 0,70 \text{ T}$ senkrecht durchsetzt (s. Abb.). Ein Leiterstück liegt auf dem Drahtrahmen und wird durch eine äußere



Kraft F mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 25 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ nach rechts

bewegt. Der Widerstand im linken Teil des Drahtbügels besitzt den Wert $R = 2 \Omega$, der Widerstand des restlichen Drahtbügels und des Leiterstücks sowie Kontaktwiderstände sind vernachlässigbar.

- 1.1. Bestimmen Sie unter Verwendung des Induktionsgesetzes die Spannung U_{ind} , die zwischen den beiden Auflagepunkten des Leiterstücks induziert wird, sowie die Stärke I des im geschlossenen Kreis fließenden Stroms. [Zur Kontrolle: $I \approx 10 \text{ mA}$]
- 1.2. Berechnen Sie die Kraft F , mit der am Leiterstück gezogen werden muss. Reibungskräfte sollen unberücksichtigt bleiben. [zur Kontrolle: $F \approx 0,5 \text{ mN}$]
- 1.3. Der mit $v = 25 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ bewegte Leiter wird nun losgelassen. Begründen Sie physikalisch ausführlich, was passieren wird. (Reibungskräfte sollen wieder unberücksichtigt bleiben.)

Induktion II

Im Inneren einer langgestreckten, zylinderförmigen Feldspule ($l_F = 750 \text{ mm}$, $n_F = 1460$, $A_F = 45,0 \text{ cm}^2$) befindet sich eine Induktionsspule ($l_{\text{ind}} = 105 \text{ mm}$, $n_{\text{ind}} = 200$, $A_{\text{ind}} = 20,25 \text{ cm}^2$), deren Enden mit einem Spannungsmessgerät verbunden sind. Beide Spulenachsen sind zueinander parallel.

- 2.1. Erläutern Sie jeweils ausführlich, welche Wirkungen folgende zwei Experimente in der Induktionsspule hervorrufen:
 - a) Durch die Feldspule fließt ein sinusförmiger Wechselstrom.
 - b) In der Feldspule fließt ein Gleichstrom konstanter Stärke, während die Induktionsspule in Richtung ihrer Spulenachse im Inneren der Feldspule hin und her bewegt wird.
- 2.2. Durch die Feldspule fließt nun ein Gleichstrom der Stärke $I = 3 \text{ A}$.
 - a) Berechnen Sie die magnetische Flussdichte B im Inneren der Feldspule. [zur Kontrolle: $B = 7,3 \text{ mT}$]
 - b) Die Feldspule wird innerhalb von $0,50$ Sekunden auf die doppelte Länge auseinander gezogen, wobei die Induktionsspule ihre Form und Position beibehält. Begründen Sie ausführlich, weshalb in der Induktionsspule eine Spannung induziert wird. Berechnen Sie den Wert dieser Induktionsspannung.
- 2.3. Die Feldspule habe nun wieder ihre ursprüngliche Länge und es fließt weiterhin ein Gleichstrom der Stärke $I = 3 \text{ A}$ durch sie. Die Induktionsspule wird nun mit konstanter Winkelgeschwindigkeit gedreht, sodass sich die Spule einmal pro Sekunde um eine Achse senkrecht zu den B -Feldlinien dreht ($f = 1 \text{ Hz}$). Die von Feldlinien durchsetzte Fläche lässt sich berechnen mit dem Ausdruck $A(t) = A_{\text{ind}} \cdot \cos(\omega t)$.
 - a) Zeigen Sie, ausgehend vom Induktionsgesetz, dass für die induzierte Spannung gilt:

$$U_{\text{ind}} = n_{\text{ind}} \cdot \mu_0 \cdot \frac{n_F}{l_F} \cdot I \cdot A_{\text{ind}} \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

- b) Berechnen Sie die maximale Spannung \hat{U}_{ind} („Scheitelspannung“). [zur Kontrolle: $\hat{U}_{\text{ind}} \approx 0,1 \text{ V}$]