

## UWIS, Physik II, Lösung Serie 5

Thomas Kuster

26. November 2004

**1 Metallflugzeug** $s_{AB}$  = 20m Spannweite (von A nach B) $v$  = 50ms<sup>-1</sup> Geschwindigkeit $B$  = 43μT = 4.3 · 10<sup>-5</sup>T Magnetfeld senkrecht zur Flugrichtung $U_{AB}$  = V induzierte Spannung von A nach B

$$F_L = qvB \sin \varphi \quad (1)$$

$$F_E = Eq \quad (2)$$

$$(3)$$

$$0 = F_L + F_E \stackrel{(1) \& (2)}{=} qvB \underbrace{\sin \varphi}_{v \perp B \Rightarrow 1} + Eq \Rightarrow vB + E = 0 \Rightarrow E = -vB \quad (4)$$

$$U_{AB} = Es_{AB} \stackrel{(4)}{=} -vBs_{AB} = -50\text{ms}^{-1} \cdot 4.3 \cdot 10^{-5}\text{T} \cdot 20\text{m} = \\ = -0.043\text{m}^2\text{s}^{-1}\text{Vs m}^{-2} \Rightarrow |U_{AB}| = 0.043\text{V}$$

**2 Rechteckige Spule** $a$  = 0.4m Seitenlänge der Spule $b$  = 0.3m Seitenlänge der Spule

$$\vec{A} = \begin{pmatrix} 0.4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 0.3 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.12 \end{pmatrix} \text{m}^2 \text{Flächennormale}$$

 $N$  = 12 Windungen der Spule $I$  = 3A Strom in der Spule

$$\vec{B} = \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0 \\ 0.4 \end{pmatrix} \text{T} \text{homogenes Magnetfeld}$$

$$\vec{m} = NI\vec{A}$$

$$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$$

**2.1 Magnetisches Moment der Spule ( $\vec{m}$ )**

$$(5) \Rightarrow \vec{m} = NI\vec{A} = 12 \cdot 3\text{A} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.12 \end{pmatrix} \text{m}^2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 4.32 \end{pmatrix} \text{Am}^2$$

**2.2 Drehmoment der Spule ( $\vec{M}$ )**

$$(5) \& (5) \Rightarrow \vec{M} = \vec{m} \times \vec{B} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 4.32 \end{pmatrix} \text{Am}^2 \times \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0 \\ 0.4 \end{pmatrix} \text{T} =$$

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 1.296 \\ 0 \end{pmatrix} \text{Cs}^{-1} \text{m}^2 \text{JC}^{-1}\text{sm}^{-2} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1.296 \\ 0 \end{pmatrix} \text{J} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1.296 \\ 0 \end{pmatrix} \text{Nm}$$

**3 Ferromagnetismus**

$$\frac{n}{l} = 50\text{Windungen cm}^{-1} = 5000\text{Windungen m}^{-1}$$

 $I$  = 2A Strom in der Spule $B$  = 1.72T Magnetfeld total

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{VsA}^{-1}\text{m}^{-1}$$

**3.1 Angelegtes Feld ( $B_0$ )**

$$B_0 \approx \frac{\mu_0 n I}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{VsA}^{-1}\text{m}^{-1} 5000\text{m}^{-1} 2\text{A} = 0.0126\text{T}$$

**3.2 Magnetisierung ( $M$ )**

$$B = B_0 + \mu_0 M \Rightarrow M = \frac{B - B_0}{\mu_0} = \frac{1.72\text{T} - 0.0126\text{T}}{4\pi \cdot 10^{-7}\text{VsA}^{-1}\text{m}^{-1}} = \\ 1358732\text{Vs m}^{-2} \text{AmV}^{-1}\text{s}^{-1} \approx 1.359 \cdot 10^6 \text{Am}^{-1}$$

**3.3 Permeabilität ( $\mu$ )**

$$B = \mu B_0 \Rightarrow \mu = \frac{B}{B_0} = \frac{1.72\text{T}}{0.0126\text{T}} \approx 137$$

## 4 Induktion

$$\begin{aligned} B &= 0.6\text{T Magnetfeld} \\ v &= 8\text{ms}^{-1} \text{ Geschwindigkeit des Metallstab} \\ l &= 0.15\text{m Metallschienenabstand} \\ R &= 25\Omega \text{ Widerstand} \end{aligned}$$

### 4.1 Spannung ( $U$ )

$$\begin{aligned} U &= -\frac{B\Delta A}{\Delta t} = -B\frac{l\Delta s}{\Delta t} = -Blv = -0.6\text{T} \cdot 0.15\text{m} \cdot 8\text{ms}^{-1} = \\ &= -0.72\text{Vs m}^{-2}\text{m}^2\text{s}^{-1} = -0.72\text{V} \end{aligned}$$

### 4.2 Strom ( $I$ )

$$U = RI \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{-0.72\text{V}}{25\Omega} = 0.0288\text{A} = 28.8\text{mA}$$

### 4.3 Kraft ( $F_B$ )

$$\begin{aligned} F &= IlB \underbrace{\sin \varphi}_{=1} = 0.0288\text{A} \cdot 0.15\text{m} \cdot 0.6\text{T} = 0.002592\text{AmT} = \\ &= 0.002592\text{N} = 2.592\text{mN} \end{aligned}$$

### 4.4 Leistung ( $P$ )

$$P = UI = 0.72\text{V} \cdot 0.0288\text{A} = 0.020736\text{JC}^{-1}\text{Cs}^{-1} = 20.7\text{mW}$$