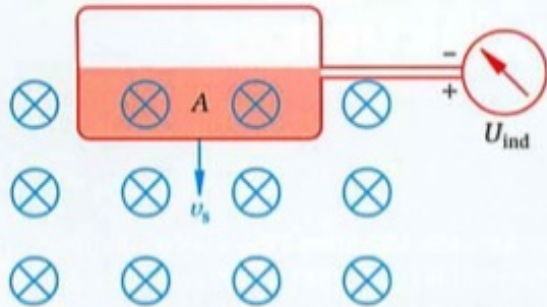
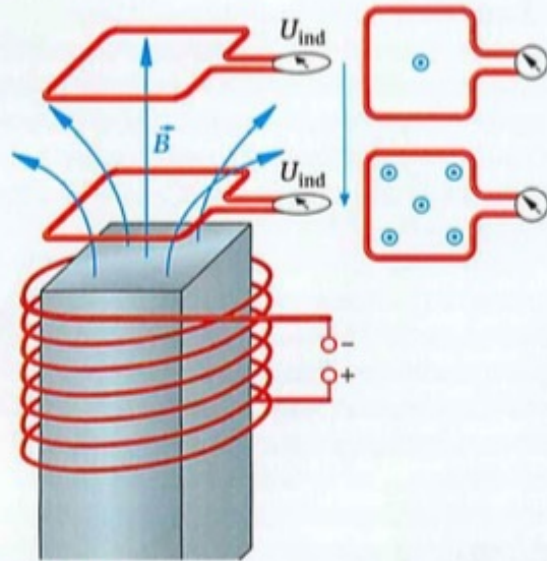


Q1PhG1 2016/17

Elektromagnetische Induktion



V1 Eine Leiterschleife wird in ein homogenes Magnetfeld eingetaucht. Ein Spannungsmesser ist angeschlossen.



V2 Eine Leiterschleife mit einem empfindlichen Spannungsmesser wird einem Elektromagneten (Strom führende Spule mit Eisenkern) genähert.

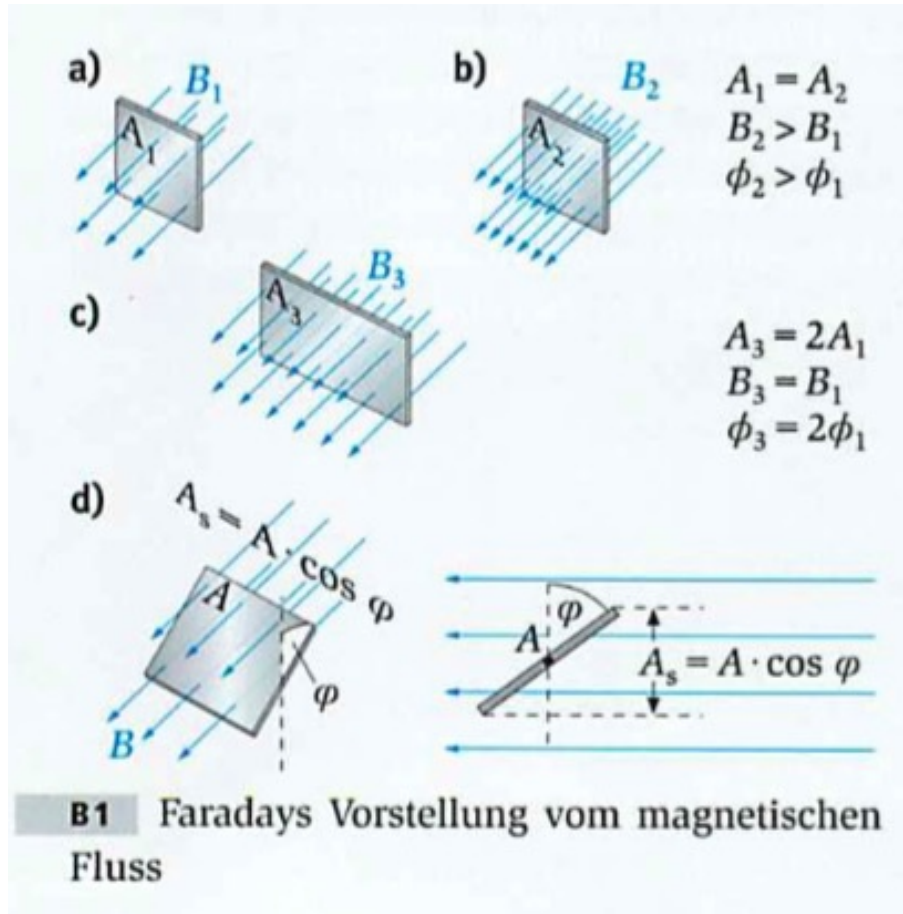
Elektrische Spannung kann man auf zwei Arten „induzieren“:

- In **→ V1** wird eine Leiterschleife in ein homogenes Magnetfeld eingetaucht. Dabei steigt die Zahl der sie durchsetzenden Magnetfeldlinien. In der Schleife wird eine Spannung induziert.
- In **→ V2** nähert man eine Leiterschleife einem Elektromagneten mit inhomogenem Magnetfeld. Auch dabei nimmt die Zahl der Feldlinien zu, die die Leiterschleife durchsetzen. Man misst wiederum eine Induktionsspannung. FARADAY sagte: Spannung wird in einer Leiterschleife dann induziert, wenn sich die Zahl der Feldlinien in ihrer Fläche ändert.
- In **→ V3** bleibt der Abstand Leiterschleife und Elektromagnet konstant, dafür wird die Stromstärke im Elektromagneten erhöht. Das Magnetfeld am Ort der Leiterschleife wird stärker, die Zahl der Feldlinien, die die Leiterschleife durchsetzen, steigt. Wieder misst man eine Induktionsspannung.

Der magnetische Fluss

$$\Phi = B \cdot A_s, \text{ Einheit } [\Phi] = \text{Tm}^2 = \text{N}(\text{Am})^{-1} \text{m}^2 = \text{JsC}^{-1} = \text{Vs}.$$

Eine elektrische Spannung wird immer dann induziert, wenn sich der magnetische Fluss zeitlich ändert.



$$U_{\text{ind}} = -n \frac{d\Phi}{dt} = -n \dot{\Phi}$$

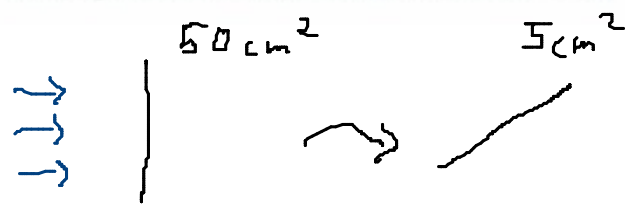
$$= - \frac{d}{dt} (n B A_s)$$

$$= -n \left[\frac{dB}{dt} \cdot A_s + B \frac{dA_s}{dt} \right]$$

$$= -n \left[\dot{B} A_s + B \dot{A}_s \right]$$

A1 In einer 53,5 cm langen, luftgefüllten Spule mit 5000 Windungen steigt in 10 s die Stromstärke gleichmäßig von 1,0 A auf 6,0 A. In ihrem Inneren liegt eine Induktionsspule mit 100 Windungen und 20 cm² Fläche. a) Erläutern Sie, warum in ihr eine Spannung induziert wird. b) Berechnen Sie die Änderungsrate $\Delta B/\Delta t$ der Flussdichte. c) Berechnen Sie die Induktionsspannung, wenn die Achsen der Spulen den Winkel 0°, 45°, 90° bilden. d) Diskutieren Sie, ob die Induktion hier durch elektrische Wirbelfelder oder mit der Lorentzkraft erklärt werden kann.

A2 Eine Leiterschleife der Fläche 50 cm² steht senkrecht zu den Feldlinien eines Magnetfelds der Flussdichte 0,20 T. Sie wird in 0,10 s auf 5,0 cm² zusammengedrückt. a) Erläutern Sie, warum in der Leiterschleife eine Spannung induziert wird. b) Berechnen Sie die induzierte Spannung. c) Berechnen Sie den Winkel, um den man die Leiterschleife in dieser Zeit hätte drehen müssen, um das gleiche Ergebnis zu erzielen.



c) $A_0 \cos 0^\circ \rightarrow A_0 \cos \varphi = \frac{1}{10} A_0 \Rightarrow \varphi = 84,3^\circ$

a) $\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \dot{\phi} \neq 0$

b) $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \mu_0 \frac{n}{l} \frac{\Delta I}{\Delta t} = \mu_0 \frac{5000}{0,535 \text{ m}} \frac{5 \text{ A}}{10 \text{ s}}$
 $= 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ T/s}$

c) $U_{\text{ind}} = -n_s \cdot \dot{\phi} = -n_s \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot 0,002 \text{ m}^2 \cdot \cos \varphi$

φ	$U_{\text{ind}} / \text{mV}$
0°	1,16
45°	0,82
90°	0

a) $\dot{A} \Rightarrow \dot{\phi} \neq 0$

b) $U_{\text{ind}} = n \cdot B \frac{\Delta A}{\Delta t} = 1 \cdot 0,2 \text{ T} \frac{0,0045 \text{ m}^2}{0,1 \text{ s}}$
 $= 9 \text{ mV}$