

**Schriftliche Abiturprüfung 2005 – Sachsen-Anhalt**  
**Physik 13 n**  
**(Leistungskursniveau)**

**Thema V1: Induktionsvorgänge**

- 1 Im Inneren eines Helmholtzspulenpaares (Bild 1) wird ein homogenes magnetisches Feld erzeugt. In diesem Feld befindet sich koaxial zu den felderzeugenden Spulen eine ebenfalls zylindrische Induktionsspule ohne Kern ( $A = 4,0 \text{ cm}^2$ ,  $N = 200$ ).  
 Bemerkung: Koaxial bedeutet, dass die Spulen eine gemeinsame Zylinderachse besitzen.

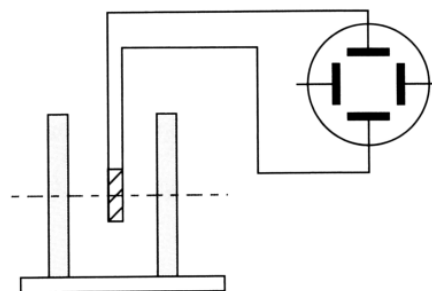


Bild 1

- 1.1 Die Flussdichte  $B$  wird entsprechend dem Diagramm (Bild 2) geändert. Im Abschnitt A gilt:  $B \sim t^2$ .

Zeichnen Sie das  $U_{\text{ind}}(t)$ -Diagramm für die frei Phasen des Experimentes. Berechnen Sie die dazu notwendigen Induktionsspannungen.

- 1.2 Skizzieren Sie, welche Änderungen im  $U_{\text{ind}}(t)$ -Diagramm zu erwarten sind, wenn bei Wiederholungen des Experimentes gegenüber der Ausgangslage jeweils nur folgende Veränderungen vorgenommen werden:

- (1) die Achse der Induktionsspule ist etwas gegen die Achse der Feldspule horizontal geneigt,
  - (2) die Spulenachsen stehen in der Horizontalebene senkrecht zueinander,
  - (3) die Induktionsspule hat einen Eisenkern.
- Begründen Sie jeweils die Änderungen.

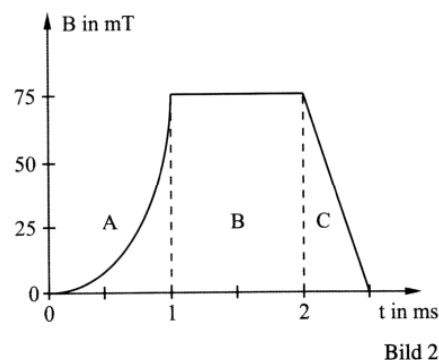


Bild 2

- 2 Ein waagerechter gerader Leiter der Länge  $\ell$  aus Aluminium fällt aus der Ruhe innerhalb eines homogenen Magnetfeldes. Dabei stehen das Feld, die Fallrichtung und die Längsachse des Leiters paarweise senkrecht aufeinander. Die Reibung und auftretende Wirbelströme werden vernachlässigt.

Daten:  $\ell = 10 \text{ cm}$ ;  $B = 1,5 \text{ mT}$ ;  $s = 20 \text{ cm}$

Berechnen Sie die Induktionsspannung unmittelbar nach Durchfallen der Strecke  $s$ . Zeichnen Sie das  $U_{\text{ind}}(s)$ -Diagramm für die Fallbewegung.

Lösung:

1.1

Berechnung der Induktionsspannungen:

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{mit } \Phi = B \cdot A \text{ und } A = \text{konst.}$$

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$$

Abschnitt A:

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt} \quad \text{mit } B = k \cdot t^2 \quad k \in \mathbb{N}$$

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot k \cdot \frac{dt^2}{dt}$$

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot k \cdot 2t = -2 \cdot N \cdot A \cdot k \cdot t \quad \text{mit } k = 7,5 \cdot 10^4 \text{ T} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$U_{\text{ind}_A} = -2 \cdot 200 \cdot 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 7,5 \cdot 10^4 \text{ Vs} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2} \cdot 10^{-3} \text{ s} = \underline{\underline{-12 \text{ V}}}$$

Abschnitt B:

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt} \quad \text{mit } B = \text{konst.} \Rightarrow \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow \underline{\underline{U_{\text{ind}_B} = 0}}$$

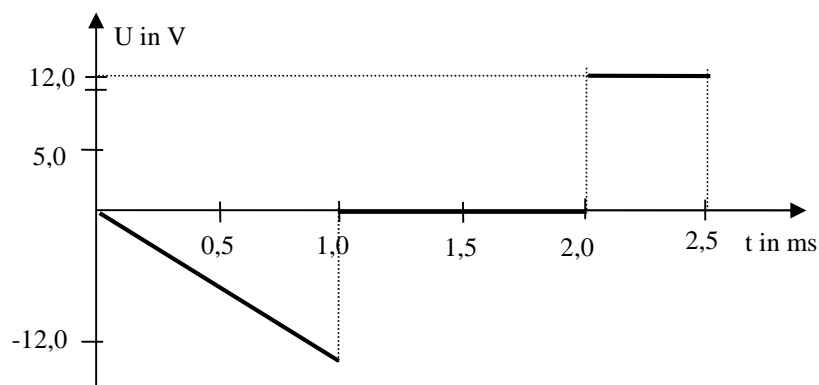
Abschnitt C:

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt} \quad \text{mit } \frac{dB}{dt} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \text{ (lineare Änderung)}$$

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

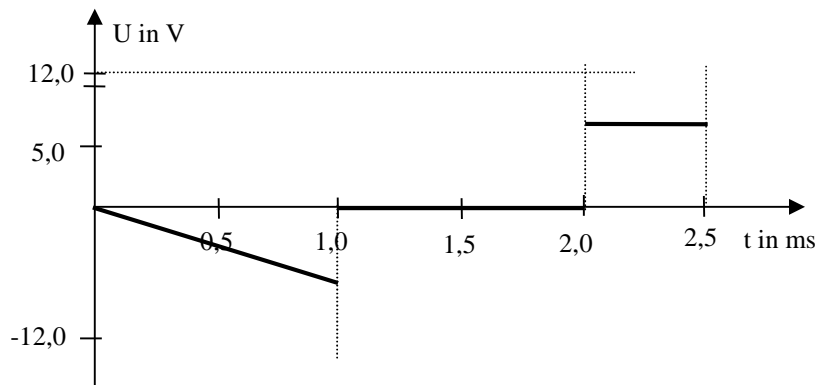
$$U_{\text{ind}_C} = -200 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \frac{(-0,075 \text{ Vs} \cdot \text{m}^{-2})}{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = \underline{\underline{12 \text{ V}}}$$

$U_{\text{ind}} - t$  - Diagramm:



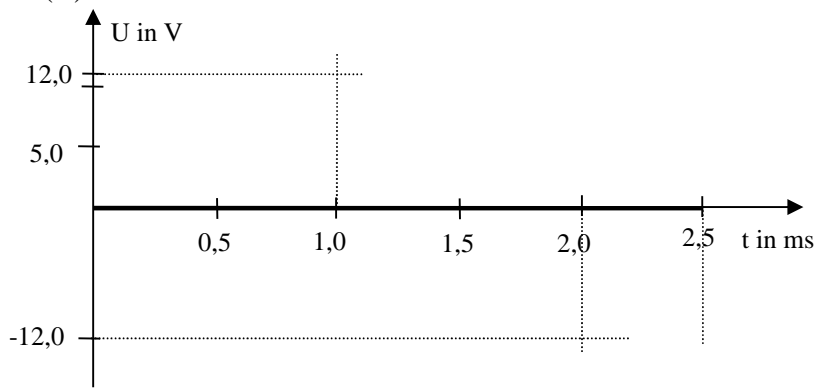
1.2 Skizzen – Veränderungen im  $U_{\text{ind}} - t$  – Diagramm:

(I)



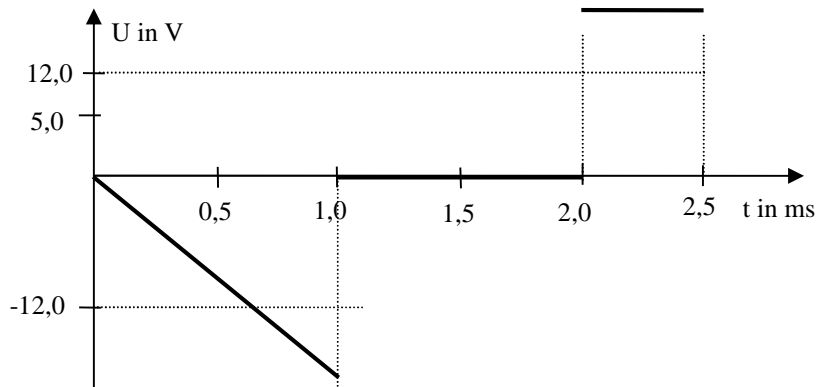
Begründung. Die erfasste Fläche wird kleiner.

(II)



Begründung: Es wird keine Fläche von B-Feld erfasst.

(III)



Begründung: Die Induktivität der Spule steigt.

2

Berechnung der Induktionsspannung:

$$U_{\text{ind}} = -B \cdot \ell \cdot v \quad \text{mit : freier Fall} \quad v = \sqrt{2 \cdot g \cdot s}$$

$$U_{\text{ind}} = -B \cdot \ell \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot s}$$

$$U_{\text{ind}} = -1,5 \cdot 10^{-3} \text{ V s} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot 0,2 \text{ m}} = \underline{0,297 \text{ mV}}$$

$$[U_{\text{ind}}] = \text{V s} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{m} \cdot \sqrt{\text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}} = \text{V s} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{m} \cdot \text{m} = \text{V}$$

$U_{\text{ind}}(s)$  – Diagramm:

s in m	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
$U_{\text{ind}}$ in mV	0	0,094	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,3

