

# Experimentalphysik 2 [PK2]

Humboldt–Universität zu Berlin, Sommersemester 2017

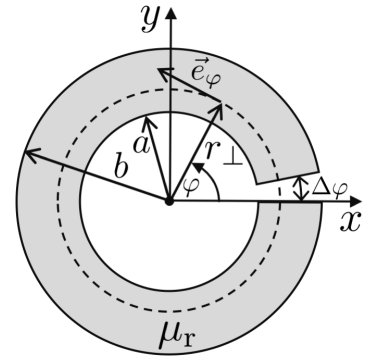
Prof. Dr. S. Kowarik

## Blatt 8

Abgabe: 15. Juni 2017 bis 13:00 Uhr (Kasten vor NEW 15 1'415)

### Aufgabe 1: Eisenkern (35%)

Betrachten Sie die Ringspule aus Aufgabe 1 von Blatt 7 mit  $N = 500$ ,  $a = 8 \text{ cm}$  und  $b = 24 \text{ cm}$ . In die Spule wird ein Eisenkern mit der Permeabilität  $\mu_r = 5000$  eingesetzt. Der Kern ist nicht geschlossen, sondern besitzt einen keilförmigen Schlitz (Luftspalt) mit Öffnungswinkel  $\Delta\varphi = 3^\circ$ . Dadurch wird die Symmetrie des Magnetfeldes gestört. In einer kleinen Umgebung eines mittleren Radius  $\bar{r}_\perp$  im Zentrum der Spule bilden die  $B$ -Feldlinien allerdings weiterhin näherungsweise konzentrische Kreise um die Mittelachse, und es gilt  $\vec{B} = B(r_\perp, \varphi) \vec{e}_\varphi$ . Betrachten Sie im Folgenden nur diese Feldlinien.

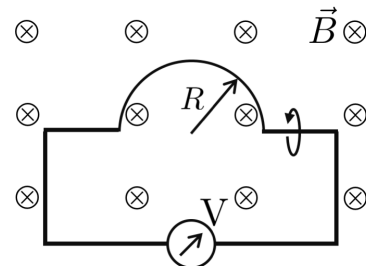


- Zeigen Sie, dass das  $B$ -Feld entlang der Feldlinien eine konstante Stärke besitzt (d. h.  $B(r_\perp, \varphi) \equiv B(r_\perp)$ ), sich also insbesondere beim Eintritt aus dem Luftspalt in den Eisenkern nicht ändert. Verwenden Sie dazu die Feldgleichung  $\text{div } \vec{B} = 0$ .
- Drücken Sie  $H(r_\perp, \varphi)$  im Luftspalt und im Eisenkern jeweils durch  $B(r_\perp)$  aus.
- Drücken Sie unter Verwendung des Ampèreschen Gesetzes  $B(r_\perp)$  durch den Strom  $I$  aus, der durch die Spule fließt.
- Berechnen Sie den Strom  $I$ , der durch die Leiterschleifen der Spule fließen muss, damit im Luftspalt im Zentrum der Spule ein Magnetfeld von  $B(\bar{r}_\perp) = 1,8 \text{ T}$  vorliegt. Verwenden Sie  $\bar{r}_\perp = (a + b)/2$ .

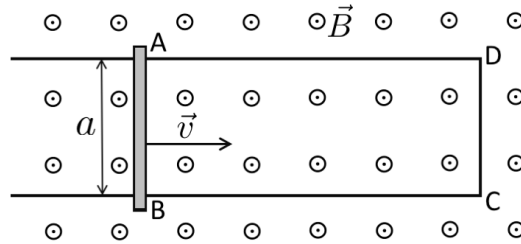
### Aufgabe 2: Dynamo (25%)

Ein steifer Draht wird wie im Bild gezeigt zu einem Halbkreis (Radius  $R$ ) gebogen. Der Leiter rotiert mit der Frequenz  $\nu$  um die gezeigte Drehachse. Ein homogenes Magnetfeld der Stärke  $B$  zeige senkrecht in die Zeichenebene hinein. Ein Galvanometer mit Innenwiderstand  $R_i$  ist an den Draht angeschlossen. Die Widerstände des Drahtes und der Zuleitungen können vernachlässigt werden.

Berechnen Sie Frequenz und Amplitude (Maximalwert) der induzierten Spannung und des induzierten Stroms.



### Aufgabe 3: Induktion (25%)



Die gezeigte Leiterschleife ABCD befinde sich im Erdmagnetfeld ( $B = 6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ ), das senkrecht aus der Leiterschleife heraus zeige. Der Gleitbügel AB habe die Länge  $a = 2 \text{ m}$  und bewege sich mit der Geschwindigkeit  $v = 50 \text{ cm/s}$  auf die Seite DC zu. Der Widerstand des Leiterkreises sei durch den Gleitbügel AB dominiert und betrage  $12 \mu\Omega$ .

- Berechnen Sie die in der Leiterschleife induzierte Spannung  $U$ .
- Berechnen Sie das im Bügel AB induzierte elektrische Feld  $E$ .
- Berechnen Sie die Kraft  $F_e$  auf jedes Elektron im Bügel AB aufgrund der Bewegung des Bügels im Magnetfeld.
- Berechnen Sie die Stromstärke  $I$  in der Leiterschleife und die Flussrichtung des Stroms.
- Berechnen Sie die Kraft  $F_B$ , die auf den Bügel AB wirken muss, damit er sich gleichförmig weiter bewegt.
- Berechnen Sie die Leistung  $P_{\text{mech}}$ , die die Kraft in e) erbringt.
- Berechnen Sie die Joulsche Wärmeleistung  $P_{\text{el}}$  des Stroms in der Leiterschleife.

### Aufgabe 4: Variierendes Magnetfeld (15%)

Ein homogenes Magnetfeld  $\vec{B}(t)$  steht senkrecht zur Fläche eines Ringes (Durchmesser  $D = 10 \text{ cm}$ ) aus Kupferdraht (rund, Durchmesser des Drahtes  $d = 2,54 \text{ mm}$ , spezifischer Widerstand  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ ). Im Draht fließt ein konstanter Strom von  $I = 1 \text{ A}$ . Berechnen Sie die Rate  $dB/dt$ , mit der sich das Magnetfeld ändert.

Bei der Berechnung des magnetischen Flusses können Sie den Draht als linienförmig annehmen.