

---

# Nachklausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. R. Kienberger

Sommersemester 2018

02.10.2018

---

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

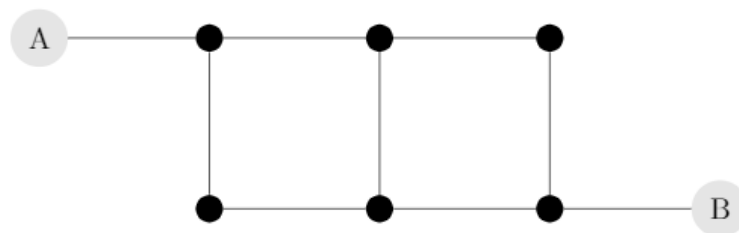
## Aufgabe 1 (5 Punkte)

Im Schwerfeld der Erde in Bodennähe sei eine Punktladung  $Q_1$  in einem Punkt fixiert. Eine zweite massebehaftete Punktladung  $Q_2$  mit gleicher Ladung befinde sich entlang der  $z$ -Achse frei beweglich über der ersten Punktladung. Es sei  $Q_2$  nicht möglich, sich in  $x$ - oder  $y$ -Richtung zu bewegen. Sämtliche äußeren Einflüsse können vernachlässigt werden.

Stellen Sie die Bewegungsgleichung der Ladung  $Q_2$  auf. Lösen Sie sie nicht. Was unterscheidet diese Differentialgleichung von der eines harmonischen Oszillators? Berechnen Sie die Gleichgewichtslage dieser Anordnung.

## Aufgabe 2 (9 Punkte)

Aus Widerstandsdraht werden zwei Quadrate mit einer gemeinsamen Seite zusammengelötet. Jede Seite habe den Widerstand  $R$ . Wie groß ist der Gesamtwiderstand  $R_{AB}$  zwischen A und B? *Hinweis:* Machen Sie kein Ersatzschaltbild. Benutzen Sie auch die Symmetrie der Schaltung für Schlussfolgerungen.

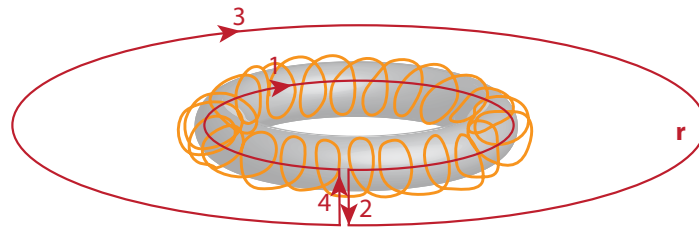


### Aufgabe 3 (8 Punkte)

Auf einen Eisentorus sind  $N = 2000$  Windungen gewickelt, durch den ein Strom der Stärke  $I = 1 \text{ mA}$  fließt. Der Umfang des Torus beträgt  $20 \text{ cm}$ . Die magnetische Suszeptibilität sei  $\chi_m = 1000$ .

- (a) Angenommen, der Eisentorus wäre nicht da und man hätte nur die leere Spule. Wie groß wäre das  $B$ -Feld im Innenraum der Spule? Welchen Wert hätte das  $H$ -Feld?

*Hinweis:* Verwenden Sie das Amperesche Durchflutungsgesetz über den Weg  $\vec{r}$  und vernachlässigen Sie die Variation der Magnetfeldstärke über den Querschnitt der Spule sowie alle Randeffekte. Gehen Sie davon aus, dass das Feld im Außenraum null ist. **Warum?**

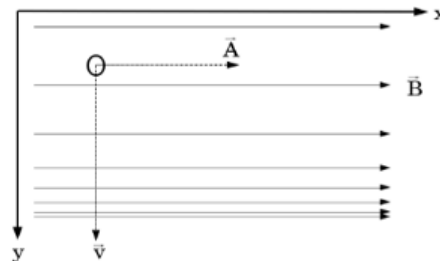


- (b) Nun soll sich der Eisenkern wieder in der Spule befinden. Welchen Wert hat  $H$  im Eisen? Wie groß sind das  $B$ -Feld und die Magnetisierung  $M$ ?

### Aufgabe 4 (15 Punkte)

Ein kleiner Metallring mit Masse  $m$ , Fläche  $A$  und elektrischem Widerstand  $R$  fällt durch ein sich änderndes Magnetfeld  $\vec{B} = b \cdot y \cdot \vec{e}_x$  in  $y$ -Richtung nach unten ( $\vec{g} \parallel y$ ,  $\vec{A} \parallel \vec{B}$ ). In erster Näherung werde  $B$  über den Ringquerschnitt als konstant angenommen. Die Selbstinduktion des Ringes werde vernachlässigt. Der Ring startet in Ruhe am Ursprung.

- (a) Bestimmen Sie den induzierten Strom in Abhängigkeit von  $y$  im Metallring.  
(Ergebnis:  $I(y) = \frac{Ab \cdot v_y(y)}{R}$ )
- (b) Wie groß ist das magnetische Dipolmoment?
- (c) Welche Kräfte wirken auf den Metallring?
- (d) Bestimmen Sie die Bewegungsgleichung und berechnen Sie den durchlaufenen Weg  $y$  als Funktion der Zeit. Wie groß ist die Endgeschwindigkeit?



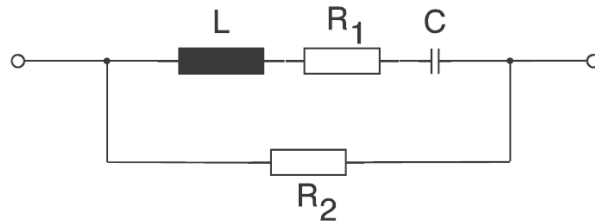
### Aufgabe 5 (7 Punkte)

Ein Stab der Ruhelänge  $l_0$  liegt in seinem Ruhesystem  $\Sigma$  in der  $x$ - $y$ -Ebene und bildet dabei einen Winkel von  $\theta = \tan^{-1}(3/4)$  mit der  $x$ -Achse. Ein weiteres Bezugssystem  $\Sigma'$  bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $\vec{v} = v\hat{x}$  gegenüber  $\Sigma$ . In  $\Sigma'$  beträgt der Winkel zwischen dem Stab und der  $x'$ -Achse  $45^\circ$ .

- (a) Bestimmen Sie  $v$ .
- (b) Bestimmen Sie die Länge  $l'$  des Stabs gemessen in  $\Sigma'$ .

### Aufgabe 6 (8 Punkte)

Bestimmen Sie die Gesamtimpedanz  $Z$  und geben Sie  $Z$  nach Real- und Imaginärteil sortiert an. Berechnen Sie auch die Resonanzkreisfrequenz  $\omega_0$ .



### Aufgabe 7 (14 Punkte)

Die Komponenten eines elektrischen Feldes  $\vec{E}$  und magnetischen Feldes  $\vec{B}$  seien gegeben durch

$$E_x = E_0 \cdot \sin(kz - \omega t), \quad E_y = \frac{E_0}{2} \cdot \cos(kz - \omega t), \quad E_z = 0 \quad (1)$$

$$B_x = -\frac{B_0}{2} \cdot \cos(kz - \omega t), \quad B_y = B_0 \cdot \sin(kz - \omega t), \quad B_z = 0 \quad (2)$$

- (a) Skizzieren Sie die Feldkomponenten im Raum für verschiedene Zeiten ( $t = 0$  und  $t = \pi/2\omega$ ) und geben Sie die Polarisationsart der Welle an.
- (b) Berechnen Sie ob jedes dieser Felder separat der Wellengleichung genügt?
- (c) Erfüllen  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$  gemeinsam die Maxwell'schen Gleichungen?

### Konstanten

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{CV}^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{mkgs}^{-2}\text{A}^{-2}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$$

$$m_U = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$$