

# 7. Übung zur Physik B2 für Nebenfächler SS 2018

**Ausgabe:** 24.05.2018  
**Abgabe:** bis 30.05.2018 14:00 Uhr  
**Briefkästen:** 247-249

Prof. Dr. D. Suter

## Aufgabe 1: Elektron im homogenen Magnetfeld

Elektronen, die durch  $U = 150\text{ V}$  beschleunigt worden sind, fliegen senkrecht zu den Feldlinien in ein magnetisches Feld mit  $B = 0,85\text{ mT}$  ein und beschreiben dort einen Kreis mit Radius  $r = 48\text{ mm}$ .

- Berechnen Sie die spezifische Ladung des Elektrons ( $\frac{e}{m}$ ).
- Mit welcher Geschwindigkeit verlassen die Elektronen die Anodenöffnung? Wie lange brauchen sie für einen Umlauf?

## Aufgabe 2: Drehmoment auf Spule im homogenen Magnetfeld

Durch eine rechteckige, auf einen Rahmen aufgewickelte Spule ( $b = 6,0\text{ cm}$ ;  $a = 8,0\text{ cm}$ ) mit  $N = 100$  Windungen fließt ein Strom von  $I = 0,45\text{ A}$ . Die Spule befindet sich in einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte  $B = 0,15\text{ T}$ .



Abbildung 1: Spule im homogenen Magnetfeld aus verschiedenen Ansichten.

- Überlegen Sie sich die Richtung der magnetischen Kräfte auf die einzelnen Spulenabschnitte und beschreiben Sie, in welche Richtung die Spule bei der skizzierten Stellung in Abbildung 1a) rotieren wird.
- In welcher Spulenstellung in Abbildung 1b) ist das Drehmoment auf die Spule am größten? Berechnen Sie den Betrag dieses maximalen Drehmoments.

### Aufgabe 3: Verständnisfragen

- a) Das Kabel zu einem abgeschalteten Staubsauger ist exakt in der Nord-Süd-Richtung ausgerichtet. Auf der Leitung liegt ein Kompass, dessen Nadel natürlich parallel zur Leitung liegt. Wohin zeigt die rote Spitze der Nadel, die ursprünglich nach Norden zeigt, nachdem der Staubsauger eingeschaltet wurde?
- b) Was passiert, wenn man einen Stabmagneten, der einen Nord- und einen Südpol hat, genau in der Mitte seiner Länge durchtrennt?
- c) Ein Magnet zieht eine Büroklammer an und hält sie fest. Die Büroklammer zieht eine zweite an und hält sie fest. Wie ist das zu erklären?
- d) Sie haben zwei äußerlich gleiche Stäbe, von denen der eine ein Stabmagnet und der andere ein normaler Eisenstab ist. Wie können Sie ohne weitere Hilfsmittel feststellen, welcher der Stabmagnet ist?

### Aufgabe 4: Das Zyklotron

Ein Zyklotron ist ein Kreisbeschleuniger, bei dem ein Magnetfeld geladene Teilchen auf einer Spiralbahn hält. Die Teilchen werden zwischen zwei Endkappen mit einem elektrischen Feld auf Höchstenergien im MeV Bereich beschleunigt.

- a) Warum muss das elektrische Feld zwischen den beiden Elektroden umgepolt werden?
- b) Zeigen Sie, dass für die Umpolfrequenz  $\nu = \frac{Bq}{2\pi m}$  gelten muss, wobei  $B$  das Magnetfeld,  $q$  die Ladung und  $m$  die Masse der Protonen ist.
- c) Zeigen Sie, dass die kinetische Energie der Protonen in jedem Umlauf um  $2qV_0$  zunimmt, wobei  $V_0$  die maximale Spannung zwischen den Elektroden ist. Nehmen Sie dazu an, dass die Strecke zwischen den Elektroden klein ist.
- d) Welche Variablen beschränken die maximale kinetische Energie eines Zyklotrons?
- e) Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit für Protonen der Masse  $m_{\text{Proton}} = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg bei einem Magnetfeld  $B = 1$  T und einem Durchmesser von  $d = 5$  m. Die elektrische Ladung ist gegeben durch  $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$  C. Müssen hier relativistische Korrekturen berücksichtigt werden?