

**Physik für Studierende der Biologie, Chemie, Biochemie, Geowissenschaften und anderer Fächer im Wintersemester 2017/2018**

**Übungsblatt 8**

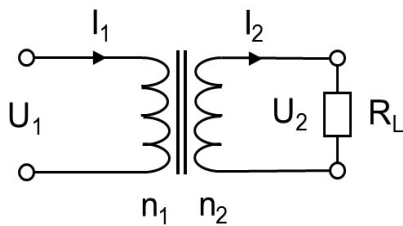
Rückgabe: Di 16.2. / Do 18.12. / Fr 21.2. in der jeweiligen Übungsgruppe

**AUFGABE 1 – Magnetfeld um einen stromdurchflossenen Draht (2 Pkt.)**

Durch einen langen gestreckten Draht fließt ein Strom von 15 A.

- Wie verlaufen die Magnetfeld-Linien?
- Wie stark ist das Magnetfeld (B-Feld in Tesla) in einer Entfernung von 10 cm von dem stromdurchflossenen Draht?

**AUFGABE 2 – Transformator (2 Pkt.)**



Wir betrachten einen idealen Transformator (keine Kopplungsverluste, keine ohmschen Verluste in den Spulen) mit  $n_1$  Windungen auf der Primärseite und  $n_2$  Windungen auf der Sekundärseite. Die Primärspannung sei die Berliner Netzspannung ( $U_1^{\text{eff}} = 220 \text{ V}$ , 50 Hz). Der Effektivwert der Sekundärspannung sei 20 V ( $U_2^{\text{eff}} = 20 \text{ V}$ ).

Wie hoch ist der Strom  $I_1$  in der Primärspule für einen Lastwiderstand  $R_L$  von 200  $\Omega$ ? (ohne Herleitung der verwendeten Beziehungen)

**AUFGABE 3 – Schwingkreis (2 Pkt)**

Ein Schwingkreis mit einem Kondensator von 100 pF, einer Spule von 0,1 mH und vernachlässigbarem Ohmschen Widerstand soll in Resonanz betrieben werden. Mit welcher Frequenz  $f_R$  muss er angeregt werden? Wie groß ist die Schwingungsdauer  $T_R$ ?

Hinweis: Die Lösung erfolgt durch Einsetzen in die sogenannte Thomsonsche Schwingkreisformel. Sie brauchen diese Formel *nicht* selbst herleiten.

#### AUFGABE 4 - Massenspektrometer (4 Pkt)

Ein Strahl ionisierter Borisotope  $^{10}\text{B}$  und  $^{11}\text{B}$  durchläuft die Beschleunigungsspannung  $U = 100 \text{ kV}$ . Danach gelangen die (einfach positiv geladenen) Ionen in ein zu ihrer Geschwindigkeit senkrecht gerichtetes Magnetfeld mit  $B = 1,5 \text{ T}$ . Sie bewegen sich im Magnetfeld auf einer Kreisbahn (durch die Lorentzkraft) und durchlaufen einen Halbkreis. Dann treffen die Borionen senkrecht auf eine Detektorplatte.

- Skizzieren Sie den Aufbau dieses Massenspektrometers (mit Flugbahn der Ionen)
- Berechnen Sie die Geschwindigkeiten, mit denen die Ionen in das Magnetfeld eintreten.
- Wie groß ist der Abstand  $d$  der Auftreffpunkte von  $^{10}\text{B}$  und  $^{11}\text{B}$  auf der Detektorplatte?

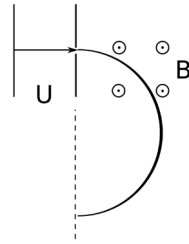
Sowohl zu b) als auch zu c) sollen Sie die jeweils zur Lösung benötigte Formel herleiten.

*Weitere Hinweise zur Lösung:*

- Zur Masse der Borisotope, der Masse des Elektrons und der Elementarladung des Elektrons informieren sich am besten im Internet.
- Der gesuchte Abstand  $d$  ist gleich der Differenz der Durchmesser der Kreisbahnen für das  $^{10}\text{B}$  Isotop und für das  $^{11}\text{B}$  Isotop.
- Hinweise zum Lösungsweg geben neben vielen anderen Quellen auch die "Notizen zur 17. Vorlesung" auf

[www.physik.fu-berlin.de/en/einrichtungen/ag/ag-dau/Teaching/NF-Physik\\_WS1718/](http://www.physik.fu-berlin.de/en/einrichtungen/ag/ag-dau/Teaching/NF-Physik_WS1718/)

- Notizen zur Lösung



- (a) Da die magnetische Kraft nur senkrecht zur Bewegungsrichtung wirkt, ist die Geschwindigkeit der Ionen an der Fotoplatte mit der Beschleunigungsgeschwindigkeit gleich. Also gilt

$$\frac{1}{2}mv^2 = U \cdot q \implies v = \sqrt{\frac{2Uq}{m}}$$

Für die Geschwindigkeiten erhält man also

$$v_{10} = 1389287 \text{ m/s} \quad v_{11} = 1324633 \text{ m/s}$$

- (b) Da beide Ionen einen Halbkreis durchlaufen, ist der Abstand der Auftreffpunkte gerade  $2 \cdot (r_{11} - r_{10})$ . Beide Radien berechnen sich durch Vergleich der Zentripetalkraft mit der Lorentzkraft, also

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \implies r = \frac{mv}{qB}$$

Für die Werte erhält man

$$r_{11} = 0.1 \text{ m} \quad r_{10} = 0.0959 \text{ m}$$

und damit für den Abstand

(= 2 x Differenz der Radien) den Wert von 8 mm.