Experimentalphysik, Modul A
SS 2008
Klausur - Lösungen

Aufgabe 1: Zwei Lampen mit den ohmschen Widerständen $R_1 = 10\,\Omega$ und $R_2 = 20\,\Omega$ sind parallel an eine Gleichspannungsquelle von 12 V angeschlossen. Wie groß muss ein Vorwiderstand gewählt werden, wenn die Betriebsspannung der beiden Lampen 5 V beträgt? Wie groß sind die von den Lampen aufgenommenen Leistungen und wie groß ist die von der Spannungsquelle abgegebene Gesamtleistung? Auf welchen Wert muss der Vorwiderstand geändert werden, wenn man den Innenwiderstand der Spannungsquelle von 330 mΩ berücksichtigt? Wie groß ist in diesem Fall die Klemmspannung der Spannungsquelle?

Lösung: (12 Punkte)

$$\text{Strom durch Lampe 1:} \quad I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{5\,V}{10\,\Omega} = 0,5A \tag{0.1}$$

$$\text{Strom durch Lampe 2:} \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{5\,V}{20\,\Omega} = 0,25A \tag{0.2}$$

$$\text{Gesamtstrom durch Vorwiderstand:} \quad I_{ges} = I_1 + I_2 = 0,75A \tag{0.3}$$

$$\text{Vorwiderstand:} \quad R_V = \frac{U_0 - U_1}{I_{ges}} = \frac{7\,V}{0,75\,A} = 9,33\,\Omega \tag{0.4}$$

$$\text{Leistung Lampe 1:} \quad P_1 = U_1\,I_1 = 5\,V\,0,5\,A = 2,5\,W \tag{0.5}$$

$$\text{Leistung Lampe 2:} \quad P_2 = U_2\,I_2 = 5\,V\,0,25\,A = 1,25\,W \tag{0.6}$$

$$\text{Gesamtleistung:} \quad P_{ges} = U_0\,I_{ges} = 12\,V\,0,75\,A = 9\,W \tag{0.7}$$

$$\text{Neuer Vorwiderstand:} \quad R_{V,2} = R_V - R_i = 9\,\Omega \tag{0.8}$$

$$\text{Klemmspannung:} \quad U_K = U_0 - I\,R_i = 12\,V - 0,75\,A\,0,33\,\Omega \tag{0.9}$$

$$= 11,75\,\Omega \tag{0.10}$$

Aufgabe 2: Ein elektrisch geladenes Teilchen der Masse $m = 38,2 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$ und der Ladung $q = +1,6 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{C}$ fliegt mit einer Geschwindigkeit $v = 100\,\mathrm{ms}^{-1}$ unter einem Winkel α in ein homogenes Magnetfeld B der Stärke 1 mT. (Der Winkel α ist der Winkel zwischen der Flugrichtung beim Eintritt und der Feldrichtung.) Berechnen Sie die Größe von α, wenn der Radius der resultierenden Schraubenbahn $r = 1,5\,\mathrm{cm}$ sei.

Lösung: (9 Punkte)
Das Teilchen wird durch die Lorentzkraft auf eine Kreisbahn gezwungen. Dabei ist nur die Geschwindigkeitskomponente senkrecht zu den Feldlinien wichtig.

$$\begin{aligned} F_L &= q\overrightarrow{v} \times \overrightarrow{B} && (0.11)\\ &= qv_\perp B && (0.12)\\ &= qv\sin\alpha B && (0.13) \end{aligned}$$

Die Geschwindigkeitskomponente in Richtung der Feldlinien $v\cos\alpha$ bleibt konstant und bestimmt die *Höhe des Schraubengangs*.

Projiziert man die Bewegung auf die Ebene senkrecht zu den Feldlinien, erhält man eine Kreisbewegung. Wenn die Lorentzkraft die radialkraft ist, kann noch die Zentrifugalkraft F_Z des Teilchens bei der Radialbewegung betrachtet werden. Beide Kräfte sind betragsmäßig gleich.

$$\begin{aligned} F_Z &= \frac{mv_B^2}{r} && (0.14)\\ |F_L| &= |F_Z| && (0.15) \end{aligned}$$

Die Bahngeschwindigkeit v_B ist gleich der senkrechten Geschwindigkeitskomponente.

$$\begin{aligned} v_B &= v_\perp = v\sin\alpha && (0.16)\\ qv\sin\alpha B &= \frac{mv_\perp^2}{r} && (0.17)\\ qB &= \frac{mv\sin\alpha}{r} && (0.18)\\ \sin\alpha &= \frac{qrB}{mv} && (0.19)\\ \alpha &= 38,9^\circ && (0.20) \end{aligned}$$