Übungen zur Physik II - SS 2016

5. Übungsblatt

Abzugeben in der Vorlesung um 14:00 Uhr am Dienstag, den 10.05.2016

Aufgabe 1: Kirchhoffsche Regeln (6 Punkte)

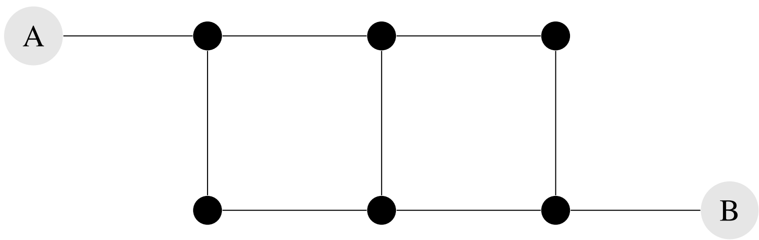
a) Der Strom durch und die Spannung über einem Widerstand $R = 10k\Omega$ sollen mithilfe eines Ampere- und Voltmeter gemessen werden. Der Widerstand ist an eine Spannungquelle U_0 angeschlossen, die eine konstante Spannung liefert. Skizzieren Sie das Schaltbild (Innenwiderstände beachten). (**1 Punkt, A**)

b) Bestimmen Sie den Strom durch und die Spannung über dem Widerstand R als Funktion der Innenwiderstände der Messgeräte. Diskutieren Sie, wie die Innenwiderstände gewählt werden sollten. (**2 Punkte, A**)

c) Bestimmen Sie den Anteil des Stromes, der *verloren* geht, wenn der Innenwiderstand des Voltmeters $R_{VM} = 20M\Omega$ und der Innenwiderstand des Amperemeters $R_{AM} = 1m\Omega$ ist. (**1 Punkte, A**)

d) 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?



(**2 Punkte, B**)

Aufgabe 2: Kraft auf einen Leiter (4 Punkte)

Entlang des Äquators der Erde verläuft eine Kupferleitung mit der Länge $L = 10m$ und einem Durchmesser von $d = 1cm$. Die Dichte von Kupfer ist $8.92\frac{g}{cm^3}$ und der spezifische Widerstand ist $\rho_{el} = 1.55 \cdot 10^{-8}\Omega m$. Das Erdmagnetfeld hat am Äquator eine Feldstärke von $B = 30\mu T$ und verlaufe senkrecht zu der Leitung und parallel zur Erdoberfäche.

a) Welcher Strom müsste durch die Leitung fließen, damit die Kraft auf den Leiter durch das Erdmagnetfeld gerade die Gewichtskraft der Leitung aufhebt? In welche Richtung muss der Strom fließen? (**2 Punkt, A**)

b) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand der Kupferleitung. (**1 Punkt, A**)

c) Welche Leistung müsste erbracht werden, um den Strom aus Teilaufgabe a.) durch die Kupferleitung fließen zu lassen? (**1Punkt, A**)

Aufgabe 3: Massenspektrometer (6 Punkte)

In einem Massenspektrometer durchlaufen einfach geladene Ionen, die in einem elektrischen Feld auf eine bestimmte Energie gebracht wurden, ein homogenes magnetisches Feld $\vec{B}$, das senkrecht zu ihrem Geschwindigkeitsvektor steht.

a) Skizzieren Sie die Anordnung und die Teilchenbahnen und bestimmen Sie den Bahnradius R der Teilchenbahnen. (**2 Punkte, A**)

b) Wie wirkt sich eine kleine relative Massendifferenz $\frac{\Delta M}{M}$ auf die relative Änderung des Bahnradius $\frac{\Delta R}{R}$ aus. *(Hinweis: $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{1}{2}x$)* (**2 Punkte, B**)

c) Wie groß ist in einem Feld $B = 5$ T der Bahnradius von $^{107}Ag^{+}$-Ionen mit der Energie $E_{kin} = 50$ keV? Um wieviel unterscheidet sich der Bahnradius für $^{109}Ag^{+}$-Ionen gleicher Energien, und wie kann man diesen Unterschied zur Massentrennung, d.h. zur Isotopentrennung, ausnutzen? (**2 Punkte, A**)

Aufgabe 4: Green'sche Identitäten (4 Punkte, B)

Zeigen Sie mithilfe des Satzes von Gauß, dass

$$\int_V d^3x(\Phi\Delta\Psi + \nabla\Phi \cdot \nabla\Psi) = \oint_{\partial V} (\Phi\nabla\Psi) \cdot dF$$

(erste Green'sche Identität) und

$$\int_V d^3x(\Phi\Delta\Psi - \Psi\Delta\Phi) = \oint_{\partial V} (\Phi\nabla\Psi - \Psi\nabla\Phi) \cdot dF$$

(zweite Green'sche Identität) gelten.

Aufgabe 5: Krummlinige Koordinatensysteme (Kugelkoordinaten) (4 Punkte)

a) Zeigen Sie, dass mit den Einheitsvektoren

$$\vec{e}_r = \begin{pmatrix} sin\theta\, cos\phi \\ sin\theta\, sin\phi \\ cos\theta \end{pmatrix}, \vec{e}_\theta = \begin{pmatrix} cos\theta\, cos\phi \\ cos\theta\, sin\phi \\ -sin\theta \end{pmatrix}, \vec{e}_\phi = \begin{pmatrix} -sin\phi \\ cos\phi \\ 0 \end{pmatrix}$$

ein orthogonales, rechtshändiges Koordinatensytem aufgespannt wird. (**2 Punkte, A**)

b) Berechnen Sie die Jacobi-Matrix für die Transformation $(r, \theta, \phi) \rightarrow (x, y, z)$ *(Hinweis: Berechnen Sie $J = \frac{\partial(x,y,z)}{\partial(r,\theta,\phi)}$).* (**2 Punkte, B**)