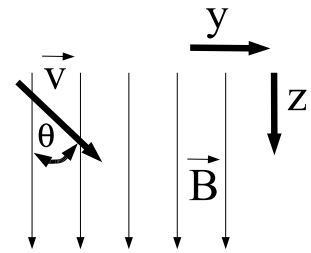


1. Bahnkurve eines Elektrons im Magnetfeld

Berechnen Sie die Bahnkurve $\vec{r}(t)$ eines Elektrons der kinetischen Energie $E_{kin} = \frac{1}{2}m_e v^2$, dessen Geschwindigkeitsvektor \vec{v} zur Zeit t_0 mit dem homogenen Magnetfeld \vec{B} den Winkel θ einschließt.

Hinweis: Stellen Sie die Bewegungsgleichung der Anordnung auf. Dies führt zu einem System gekoppelter Differentialgleichungen für die drei Raumrichtungen $x(t)$, $y(t)$ und $z(t)$, wobei $\vec{r}(t) = [x(t), y(t), z(t)]$, d.h. Sie erhalten ein System von Differentialgleichungen, die jeweils von mehreren Koordinaten abhängen. Lösen Sie diese, indem Sie überlegen, welche Bewegung das Elektron im Magnetfeld vollführt. Es bietet sich an, einen Ansatz von um 90° phasenverschobenen, harmonischen Funktionen für die beiden sich mischenden Koordinaten zu verwenden. Beachten Sie etwaige Anfangsbedingungen!



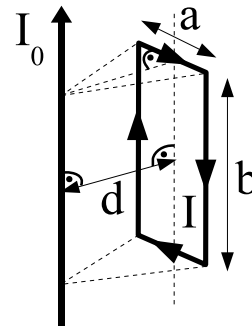
(3 Punkte)

2. Leiterschleife im Magnetfeld eines Leiters

Eine rechteckige Leiterschleife, die von einem Strom I durchflossen wird, liege parallel im Abstand d zu einem unendlich langen, geraden Leiter, durch den ein Strom I_0 fließt und der sich in der mittelsenkrechten Ebene, d.h. parallel zur Seite b der Schleife befindet.

Berechnen Sie die Wirkung des durch I_0 erzeugten Magnetfeldes auf die Leiterschleife, d.h. berechnen Sie die resultierende Kraft F_{res} sowie das Drehmoment M_{res} in Abhängigkeit der angegebenen Parameter a , b und d . Beschreiben Sie in Worten oder mit Hilfe einer Skizze grob die Bewegung, die die Schleife ausführt.

Hinweis: Nutzen Sie die Symmetrie des Problems.



(3 Punkte)

3. Magnetisches Moment eines Wasserstoffatoms

Berechnen Sie einen allgemeinen Ausdruck für das magnetische Moment μ_m eines Wasserstoffatoms. Nehmen Sie dazu an, dass das Elektron nur durch die Coulombkraft F_C auf einer stabilen Kreisbahn mit Radius $a_0 = 0.53 \text{ \AA}$ (Bohr'scher Radius) gehalten wird. Um das magnetische Moment zu erhalten, müssen Sie darüber hinaus den durch das Elektron erzeugten Kreisstrom betrachten. Vergleichen Sie das Resultat mit der quantenmechanischen Einheit für das magnetische Moment, dem Bohr-Magneton $\mu_B = (e\hbar)/(2m_e)$ (mit der Planck-Konstanten $\hbar = h/(2\pi)$ und $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$), d.h. bilden Sie das Verhältnis von μ_m zu μ_B .

(2 Punkte)

4. Magnetische Streufelder

Die Berliner U-Bahn fährt mit $U = 750 \text{ V}$ Gleichstrom. Die Spurweite der Bahn beträgt $w_{sp} = 1.2 \text{ m}$. Das Geleise besteht aus einer Stromschiene, in der der Strom I hin, und zwei Spurschienen, in denen der Strom zurück geleitet wird. Der Abstand der Stromschiene zu den Spurschienen beträgt $w_{st} = 0.5 \text{ m}$. Machen Sie eine plausible Annahme über die Leistung P eines U-Bahn-Zuges und schätzen Sie damit ab, welches magnetische Streufeld B durch den Strom I in den Schienen der Linie U3 am Ort des Physikgebäudes entsteht (Distanz Luftlinie zur U-Bahn-Linie 3 beträgt $d \approx 500 \text{ m}$). Beachten Sie den gesamten Stromfluss I ! Vergleichen Sie das Resultat mit dem Erdmagnetfeld ($B_{Erde} = 0.5 \text{ G}$).

Hinweis: Ein U-Bahnzug bestehe aus 6 Waggons mit je 20 t Masse und beschleunige in 10 s auf Betriebsgeschwindigkeit von 60 km/h. Um den mittleren Strom I abzuschätzen, vernachlässigen Sie die Reibung und berechnen Sie die mittlere Leistung P , die zur Beschleunigung benötigt wird.

(3 Punkte)