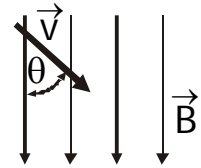


6. Übung (Abgabe Mo. 31. Mai bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

21. Elektron im Magnetfeld

(4 Punkte)

Berechnen Sie die Bahnkurve eines Elektrons der kinetischen Energie $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m_e v^2$, dessen Geschwindigkeitsvektor \vec{v} zur Zeit $t = 0$ mit dem homogenen und konstanten Magnetfeld \vec{B} den Winkel θ einschließt und den Betrag v_0 hat..



Hinweis: Das Aufstellen der Bewegungsgleichung 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. zwei verschiedene Koordinaten kommen in der selben Differentialgleichung vor. Lösen Sie diese Differentialgleichung durch den Ansatz von um 90° phasenverschobenen, harmonischen Funktionen für die beiden sich mischenden Koordinaten.

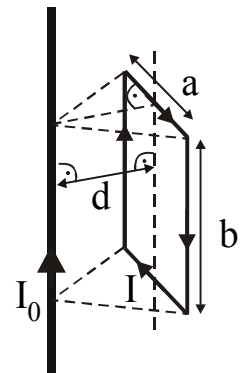
22. Leiterschleife im Magnetfeld eines Leiters

(4 Punkte)

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 (parallel zur Seite b) befindet.

Berechnen Sie die Wirkung des durch I_0 erzeugten Magnetfeldes auf die Leiterschleife und beschreiben Sie damit grob die Bewegung der Schleife.

Hinweis: Nutzen Sie die Symmetrie des Problems.



23. Magnetisches Moment eines Wasserstoffatoms

(4 Punkte)

Berechnen Sie das magnetische Moment eines Wasserstoffatoms. Nehmen Sie an, dass das Elektron nur durch die Coulomb-Kraft auf einer stabilen Kreisbahn mit Radius $a_0 = 0.53 \text{ \AA}$ (Bohr-Radius) gehalten wird, wobei gilt $a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{m_e e^2}$. Betrachten Sie den durch das Elektron erzeugten Kreisstrom.

Vergleichen Sie Ihr Resultat mit der quantenmechanischen Einheit für das magnetische Moment, das Bohr-Magneton $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$, wobei $\hbar = h/2\pi$ und $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ die Planck-Konstante ist.

24. Magnetische Streufelder**(4 Punkte)**

Die Berliner U-Bahn fahre mit 750 V Gleichstrom. Die Spurweite betrage 1.2 m und der Abstand der Stromschiene zum Geleise sei 0.5 m und auf gleicher Höhe. Machen Sie eine plausible Annahme über die Leistung eines U-Bahn-Zuges, der aus 6 Wagen mit je 20 t Masse bestehe und in 10 s auf seine Betriebsgeschwindigkeit von 60 km/h beschleunige (vernachlässigen Sie Reibung und nehmen Sie einen 100%-igen Wirkungsgrad der Elektromotoren an sowie konstante Beschleunigung). Schätzen Sie damit ab, welches magnetische Streufeld B durch den Strom in den Schienen der Linie 3 am Ort des Physikgebäudes auf gleicher Höhe entsteht. Die Distanz senkrecht zur Linie 3 betrage 500 m, gemessen von der Stromschiene, die näher zum Physikgebäude liegt als das Geleise. Beachten Sie den gesamten Stromfluss. Vergleichen Sie mit dem Erdfeld (0.5 Gauß).

Hinweis: Um den mittleren Strom abzuschätzen, berechnen Sie die mittlere Leistung, die zum Beschleunigen benötigt wird.