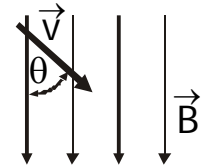


6. Übung (Abgabe Di. 31. Mai bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

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  $\theta$  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  $90^\circ$  phasenverschobenen, harmonischen Funktionen für die beiden sich mischenden Koordinaten.

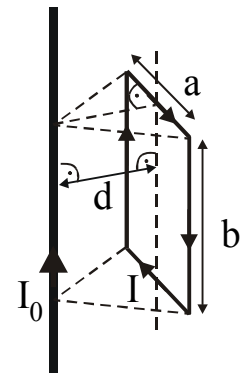
22. Leiterschleife im Magnetfeld eines Leiters

(4 Punkte)

Eine rechteckige Leiterschleife mit Seitenlängen  $a$  und  $b$ , die von einem Strom  $I$  durchflossen werde, liege parallel im Abstand  $d$  zu einem unendlich langen, geraden Leiter, durch den ein Strom  $I_0$  fließe und der sich in der mittelsenkrechten Ebene der Leiterschleife (parallel zur Seite  $b$ ) befinde.

Bestimmen Sie die Wirkung des durch  $I_0$  erzeugten Magnetfeldes auf die Leiterschleife, indem Sie die Richtung und den Betrag der resultierenden Kraft und des resultierenden Drehmoments berechnen, die an der Leiterschleife zu Beginn angreifen.

*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 Gleichspannung. 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 sowie konstante Beschleunigung an). Schätzen Sie damit ab, welches magnetische Streufeld  $B$  die Linie 3 am Ort des Physikgebäudes durch den beim Anfahren in den Schienen fließenden Strom erzeugt. Die senkrecht zum Geleise gemessene Distanz zwischen Physikgebäude und Linie 3 betrage 500 m, wobei von der Mitte des Geleises gemessen wird und die Stromschiene 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.