Übungen zur Physik II - SS 2013
4. Übungsblatt
Abzugeben am Di 14.05.2013 in der Vorlesung

Alle Informationen und Übungsblätter finden Sie unter
http://www.desy.de/∼schleper/lehre/physik2/SS_2013/.

17. Aufgabe: CMS Detektor (6 Punkte)

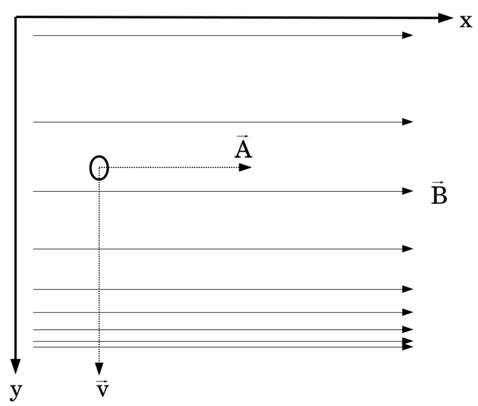
Der Compact Muon Solenoid (CMS) Detektor am Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf ist ein typischer Detektor der Teilchenphysik (*http://cms.web.cern.ch/*). Er besteht unter anderem aus einem supraleitenden Solenoidmagneten zur Impulsmessung der in Proton-Proton Kollisionen erzeugten Teilchen. Näherungsweise kann dieser als zylindrische Spule der Länge $l = 12.9$ m mit $n = 2168$ Windungen und einem Innendurchmesser von $d = 5.9$ m betrachtet werden. Die Spule wird von einem Strom der Stärke $I = 19.5$ kA durchflossen.

a.) Welche Richtung und Größe hat der Druck auf die Spulenwand? (Annahme: mittleres Magnetfeld innerhalb der Spulenleitungen $\bar{B} = \frac{1}{2}B_0$, mit $B_0 = \mu_o I \frac{n}{l}$ = Magnetfeld im innern der Spule)

b.) Welche Zugkraft wirkt auf den Draht?

18. Aufgabe: Wirbelstrombremse (7 Punkte)

Ein kleiner Metallring (Masse = m, Fläche = A, el. Widerstand = R) fällt durch ein sich änderndes Magnetfeld ($\vec{B} = b \cdot y \cdot \vec{u}_x$) in y-Richtung nach unten [$(\vec{g}||y)$ und $\vec{A}||\vec{B}$]. In erster Näherung werde $\vec{B}$ über den Ringquerschnitt als konstant angenommen. Die Selbstinduktion des Ringes werde vernachlässigt.



a.) Bestimmen Sie den induzierten Strom in dem Metallring.

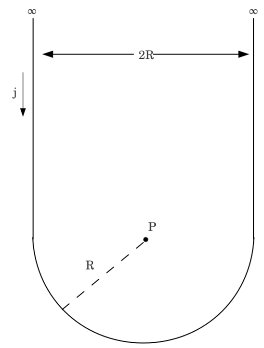
b.) Wie groß ist das magnetische Dipolmoment?

c.) Welche Kräfte wirken auf den Metallring?

d.) Bestimmen Sie die Bewegungsgleichung (Zusatz: und berechnen Sie den durchlaufenen Weg y als Funktion der Zeit).

19. Aufgabe: Bio-Savart-Gesetz (7 Punkte)

Ein langer Draht werde zu einem U gebogen. Er werde vom Strom I durchflossen. Man berechne das Magnetfeld im Punkt P (Krümmungsmittelpunkt des halbkreisförmigen Teiles des Gebildes).
Zahlenwerte: $I = 10A$, $R = 5.14cm$



20. Aufgabe: Coulomb-Potential in 3, 2 und einer Dimension

a.) (**3P**) Bestimmen Sie das Potential einer Punktladung im Koordinatenursprung aus dem Gauss-Gesetz $\nabla^2\phi(\mathbf{r}) = -\frac{1}{\epsilon_0}\delta(\mathbf{r})$ in 3 Dimensionen. Überzeugen Sie sich in der Äquivalenz des Gauss-Gesetzes und des Coulomb-Gesetzes.
Hinweis: Lösen Sie die Poisson-Gleichung mithilfe der Fourier-Transformation. Bei der inversen Transformation benutzen Sie $\int_0^\infty \frac{\sin x}{x} dx = \frac{\pi}{2}$.

b.) (**4P**) Betrachten Sie die gleiche Aufgabe in 2 Dimensionen. Das Coulomb-Potential wird nun als die Lösung der Poisson-Gleichung in 2D definiert. Finden Sie das qualitative Verhalten des elektrostatischen Potentials einer Punktladung als Funktion des Abstandes r vom Koordinatenursprung.
Bemerkung: eine Konstante kann in der Bestimmung des Potentials immer weggelassen werden.
Hinweis: $\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} d\varphi e^{iz\cos\varphi} = J_0(z)$ - die Bessel-Funktion nullter Ordnung. Weitere Integrale mit der Funktion $J_0(z)$ können approximativ evaluiert werden, indem man die Funktion an der ersten Nullstelle $z_1 = 2.4048$ abschneidet, d. h. $\int_0^\infty J_0(z) f(z) dz \approx \int_0^{z_1} f(z) dz$.

c.) (**3P**) Betrachten Sie die gleiche Aufgabe in einer Dimension. Lösen Sie die 1D-Poisson-Gleichung durch sequenzielle Integration. Bestimmen Sie die Integrationskonstanten so, dass das resultierende Potential eine gerade Funktion der Koordinate x ist: $\phi(-x) = \phi(x)$. Wie verhält sich 1D-Coulomb-Potential mit dem Abstand x vom Koordinatenursprung? Wie verhält sich das dazugehörige elektrische Feld?