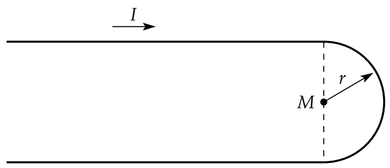

1. **Halbunendliche Leiterschleife.** Gegeben sei die abgebildete Leiterschleife aus zwei einseitig unendlichen Drähten und einem Halbkreis vom Radius r. Berechnen Sie das magnetische Feld im Mittelpunkt M des Halbkreises. (4 Pkt.)

2. **Homogen magnetisierte Kugel.** Betrachten Sie eine Kugel vom Radius R mit der Permeabilität μ_r. Sie sei im Inneren homogen magnetisiert.

$$\vec{M} = M_0 \vec{e}_z$$

Innerhalb und außerhalb der Kugel sei die Stromdichte $\vec{j} = 0$.

(a) Begründen Sie, warum für das Magnetfeld (1 Pkt.)

$$\vec{H} = -\nabla \phi_m$$

geschrieben werden kann. Berechnen Sie das magnetische Potential ϕ_m im Außenraum der Kugel.

(b) Berechnen Sie das Magnetfeld $\vec{H}$ außerhalb und innerhalb der Kugel! (1 Pkt.)

(c) Nehmen Sie an, dass die Magnetisierung $\vec{M}$ der Kugel durch eine Oberflächenstromdichte $\vec{j}$ hervorgerufen wird. Machen Sie sich klar, dass diese von der Form (2 Pkt.)

$$\vec{j} = \alpha(\theta)\delta(r - R)\vec{e}_\phi$$

sein muss. Drücken Sie $\alpha(\theta)$ durch M_0 aus.

(insgesamt 4 Pkt.)

3. **Magnetischer Monopol.** Betrachten Sie die Bewegung eines elektrisch geladenen Teilchens (Masse m, Ladung q_e) im Feld eines (hypothetischen) magnetischen Monopols (q_m) der Form

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q_m}{r^2} \vec{e}_r \, .$$

(a) Finden Sie einen Ausdruck für die Beschleunigung des Teilchens und drücken Sie das Ergebnis durch q_e, q_m, m, $\vec{r}$ (seine Position) und $\vec{v}$ (seine Geschwindigkeit) aus. (1 Pkt.)

(b) Zeigen Sie, dass der Betrag der Geschwindigkeit $v = |\vec{v}|$ eine Konstante ist. (1 Pkt.)

(c) Weisen Sie nach, dass der Vektor (1 Pkt.)

$$\vec{Q} = m\,(\vec{r} \times \vec{v}) - \frac{\mu_0 \, q_e \, q_m}{4\pi} \vec{e}_r$$

eine Erhaltungsgröße ist. Wählen Sie danach das Kugelkoordinatensystem, in dem $\vec{Q} \parallel \vec{e}_z$. Berechnen Sie in diesem Koordinatensystem $\vec{Q} \cdot \vec{e}_\varphi$ und zeigen Sie damit, dass θ eine Erhaltungsgröße ist. Als Folge dessen bewegt sich die q_e auf einem Kreiskegel. Man kann sogar zeigen, dass die Bahn einer Geodäte entspricht. Dies wurde bereits 1896 von H. Poincaré berechnet.

(insgesamt 3 Pkt.)

Auf diesem Übungsblatt sind maximal **11 Punkte** zu erreichen, Abgabe der ersten beiden Aufgaben erfolgt am 13. 05. 2009.