

Übung 7

(Abgabe am 08.06.10 bis 12:15 Uhr in der Vorlesung, für Teilnehmer des Tutoriums am Dienstag von 10-12 Uhr Abgabe bereits um 10 Uhr im Tutorium.)

Aufgabe 18 Wirbelquellen des Magnetfeldes (3,5 Punkte)

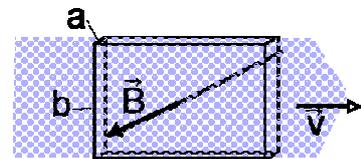
Zeigen sie durch Bearbeitung der Aufgabenteile a) bis d), dass für das magnetische Feld eines vom Strom I durchflossenen geraden unendlich langen Leiters die

allgemeine Beziehung $\oint_{\vec{s}} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$ gilt.

- Welches ist ein möglichst einfacher geschlossenen Weg \vec{s} ? Geben Sie einen geeigneten Ausdruck für $|d\vec{s}|$ an. (1 P)
- Wie lautet der Ausdruck für \vec{B} , der sich im Laborsystem aus dem radialen elektrostatischen Feld im Ruhesystem der bewegten Elektronen ergibt?(1 P)
(Hinweis: Die Herleitung ist nicht verlangt. Bringen Sie sie dennoch, bekommen Sie dafür 2 Extrapunkte.)
- Berechnen Sie mit a) und b) obiges Wegintegral. Rechnen Sie nach Möglichkeit mit den Beträgen. (1 P)
- Welcher Zusammenhang zwischen ε_0 und μ_0 lässt sich aus dem Ergebnis ableiten? (0,5 P)

Aufgabe 19 Magneto-Hydrodynamischer-Effekt (7P.)

Betrachten Sie ein von einer NaCl-Salzlösung durchströmtes rechteckiges Rohr beliebiger Länge mit den Kantenlängen des Querschnitts $a = 1$ mm und $b = 2$ cm. Der Durchfluss der Salzlösung sei Φ_s in l/s und die Salzkonzentration sei c_s .

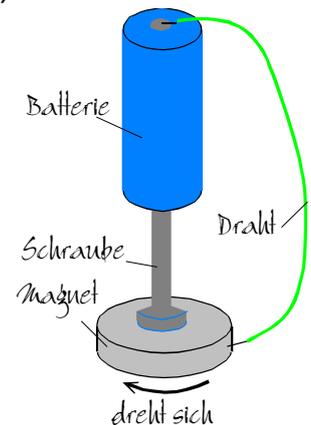


- Mit welcher Geschwindigkeit \vec{v} strömt die Salzlösung im Rohr? Wie groß ist der Ladungsstrom I_s ? (1,5 P)
- Nun wird senkrecht zu b und \vec{v} ein Magnetfeld \vec{B} angelegt. Skizzieren Sie, wie die Ladungsträger abgelenkt werden und wo sich aufgrund der Lorentzkraft ein elektrisches Feld \vec{E} aufbaut. Wie hängt $|\vec{E}|$ von der Lorentzkraft ab?(1P.)
- Wie groß ist die Spannung U_H , die sich abgreifen lässt, wenn sie die zwei geeigneten Rohrwände durch Plattenelektroden ersetzen? Drücken Sie die Spannung in Abhängigkeit von I_s und c_s aus. (2P)
- Was ändert sich, wenn sie statt der strömenden Salzlösung nun einen rechteckigen Kupferleiter betrachten, der von einem Strom I_{Cu} durchflossen wird? Drücken Sie U_H in Abhängigkeit von der Elektronenkonzentration c_e (= Elektronen/Volumen) und dem elektrischen Strom I_{Cu} aus (1P.)
- Berechnen Sie U_H für folgende Werte: $\Phi_s = 0,1$ l/s, $c_s = 0,5$ mol/l (Salzlösung) und $c_e = 8,47 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$, $I_{Cu} = 10$ A (Kupfer) und in beiden Fällen $|\vec{B}| = 1$ T. (1,5 P)

Aufgabe 20 Küchenphysik: Selbstbauminimotor (2 Punkte)

Aus einer Batterie, einem Draht, einer Schraube und einem kleinen Magneten lässt sich wie in der Abbildung dargestellt ein Motor bauen. Die Schraube bleibt aufgrund ihrer Magnetisierung durch den Magneten am unteren Batteriepol hängen. Verbindet man den anderen Pol der Batterie durch das Drahtstück mit dem Rand des Magneten, beginnt dieser sich zu drehen. Warum dreht sich der Magnet? (Maximal drei Sätze!)

(Hinweis: Mehr als drei Sätze gibt Punktabzug! Überlegen Sie sich, was wesentlich ist und drücken sie sich knapp, klar und präzise aus!)



Aufgabe ME2-07 (nur für Lehramtsstudierende!) (4 Punkte)

Es sei \vec{f} ein Zentralkraftfeld der Form $\vec{f}(\vec{r}) = c \cdot r^n \cdot \vec{r}$ mit $\vec{r} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$,

$r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ und $c \in \mathbb{R}$ konst.

a) Berechne $\operatorname{div} \vec{f}$ mit Hilfe der Produktregel!

b) Was ergibt sich im Falle des Coulomb-Potentials $\varphi_{\text{Coul}}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$?

Was ist c , was ist n , was ist $\operatorname{div} \varphi_{\text{Coul}}$?

c) Berechne $\operatorname{rot} \vec{f}$ mit Hilfe der Produktregel!