

12PHG1

1. Klausur 12/II
Magnetfelder und Induktion

16. März 2006

Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

Aufgabe 1: Statische Magnetfelder Magnetfelder beeinflussen elektrische Ladungen, die sich bewegen. So lassen sich Elektronen auf gekrümmte Bahnen lenken, um sie dann an einem bestimmten Ort des Fernsehschirmes auftreffen zu lassen oder um mittels des Radius ihrer Bahn ihre spezifische Ladung zu bestimmen (Fadenstrahlrohr). Bewegte Ladungen erzeugen ihrerseits ein Magnetfeld, was man sich z.B. in Elektromagneten und -motoren zu Nutze machen kann.

- 1.1. In Myonien, wo es keine Elektronen gibt, sondern nur Myonen („schwere Elektronen“ aus der 2. Familie des Standardmodells der Teilchenphysik, ihre Ladung ist exakt gleich der des Elektrons), wird der Versuch zur Bestimmung der spezifischen Ladung e/m durchgeführt. Man erhält folgende Messwerte: $U = 212 \text{ V}$, $B = 1,24 \text{ mT}$, $r = 57 \text{ cm}$. Berechne e/m und m für Myonen und gib m als Vielfaches der Elektronenmasse an.
- 1.2. Ein zylindrischer Draht mit dem Radius a werde von einem Strom der Stärke I durchflossen. Die Stromdichte sei über dem gesamten Querschnitt konstant, d.h. $\frac{\Delta I}{\Delta A}$ hat überall im Draht den gleichen Wert. Bestimme das Magnetfeld in Abhängigkeit vom Abstand zur Drahtmitte ($B(r)$) innerhalb und außerhalb des Leiters und skizziere es in einem r-B-Diagramm.
- 1.3. Im Feld einer „langen“ Spule ($n = 500$, $l = 0,6 \text{ m}$) wird bei einer Stromstärke $I = 1,2 \text{ A}$ mit Eisenfüllung die Feldstärke $B = 0,75 \text{ T}$ gemessen. Berechne die Permeabilitätszahl μ_r für Eisen.

Aufgabe 2: Veränderliche Magnetfelder Veränderliche Magnetfelder haben einen Einfluss sogar auf ruhende Ladungen: sie induzieren eine Spannung, die etwa in einer Leiterschleife einen elektrischen Strom in Gang setzen kann.

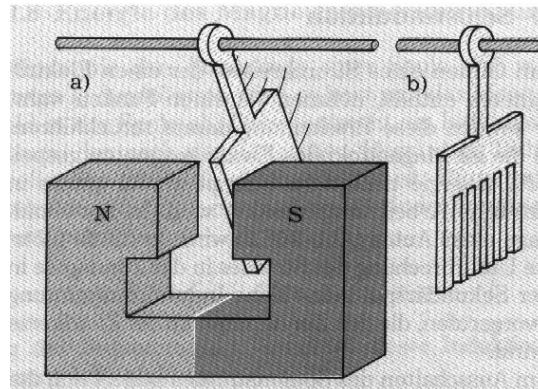
- 2.1. Ein homogenes Magnetfeld von $0,2 \text{ T}$ bilde mit der Fläche einer Spule einen Winkel von 60° . Die Spule habe 300 Windungen und einen Radius von 4 cm . Wie groß ist der magnetische Fluss durch die Spule?
- 2.2. Ein Zug, dessen Achsen eine elektrische Verbindung zwischen den Schienen mit der Spurweite 1435 mm darstellen, fahre mit einer konstanten Geschwindigkeit $v = 144 \text{ km/h}$ die nahezu gerade Strecke von W'tal nach D'dorf. Berechne die Induktionsspannung zwischen den Schienen in Elberfeld, wenn die vertikale Komponente des Erdmagnetfeldes $43 \mu\text{T}$ beträgt. Welche Rolle spielt die Zahl der Achsen?
- 2.3. Im Unterricht haben wir das Prinzip einer Zündspule (bzw. eines Weidezaunes oder Elektroschockgerätes) am eigenen Leib erfahren. Berechne die erlittene Spannung unter folgenden Annahmen:

Permeabilitätszahl des Eisens:	1000
Windungszahl:	500
Länge x Breite x Höhe der Spule:	0,1 m x 0,05 m x 0,05 m
Stromstärke vor dem Ausschalten:	0,5 A
Schaltzeit:	1 ms (= Dauer des Ausschaltvorgangs)

Begründe, warum ihr das Experiment trotzdem – hoffentlich – schadlos überstanden habt und euer Physiklehrer nicht inhaftiert wurde.

Aufgabe 3: Wirbelstrombremse: Bei Wirbelstrombremsen reiben keine Materialien aneinander, also ist diese Art der Bremsung materialverlust- und nahezu wartungsfrei (in der Realität stimmt das nicht, wovon die ICE-3-Konstrukteure wohl etwas überrascht wurden). Sie werden verwendet in ICE-Zügen der 3. Generation, in Free-Fall-Towers oder in Fitnessgeräten als Lastregelung.

Lässt man eine Aluminiumscheibe zwischen den Polen eines Magneten schwingen, so wird die Scheibe beim Eintritt in und beim Austritt aus dem Magnetfeld stark gebremst (Abb. a)). Schlitzt man die Scheibe (Abb. b)), lässt dieser Effekt stark nach. Entwickle auf der Grundlage deiner physikalischen Kenntnisse eine Hypothese zur Erklärung dieses Phänomens. (*Hinweis: Das Anfertigen einer Skizze ist dabei sicherlich unabdingbar.*)



- Elementarladung: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Magnetische Feldkonstante: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs / Am}$
- Elektrische Feldkonstante: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As / Vm}$