

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. Bewegte Ladungen erzeugen ihrerseits ein Magnetfeld, was man sich z.B. in Elektromagneten und -motoren zu Nutze machen kann.

- 1.1. In Brasilia verläuft das Erdmagnetfeld genau in Süd-Nord-Richtung (in unseren Breiten weist es einen sog. Inklinationswinkel gegen die Horizontale nach unten auf), B beträgt $14,2 \mu\text{T}$. In der Oberleitung einer Bahnstrecke fließt ein Strom der Stärke $I = 4400 \text{ A}$ in West-Ost-Richtung. Wie groß ist die Kraft, die auf die Leitung zwischen zwei Masten im Abstand 65 m wirkt? Welche Richtung hat sie?
- 1.2. Ein Positron („positives Elektron“) fliege in Richtung der x-Achse mit $v = |\vec{v}| = 2000 \text{ m/s}$, gegeben sei ein Magnetfeld $\vec{B} = \begin{pmatrix} 0,1 \\ 0,3 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ T}$. Bestimmen Sie \vec{F} und $F = |\vec{F}|$!
- 1.3. 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: $U = 212 \text{ V}$, $B = 1,24 \text{ mT}$, $r = 57 \text{ cm}$. Berechnen Sie e/m und m für Myonen und geben Sie m als Vielfaches der Elektronenmasse an.
- 1.4. 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. Bestimmen Sie das Magnetfeld innerhalb und außerhalb des Leiters und skizzieren Sie es in einem r-B-Diagramm.
- 1.5. 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. Berechnen Sie 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 Symmetrieachse einer Spule einen Winkel von 30° . 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' d' nach D' d'f.
 - a) Berechnen Sie 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?
 - b) Welche Spannung misst ein mitfahrender Spannungsmesser? Lässt sich mit diesem Effekt der Wagen beleuchten?
- 2.3. Im Unterricht haben Sie das Prinzip einer Zündspule (bzw. eines Weidezaunes oder Elektroschockgerätes) am eigenen Leib erfahren. Berechnen Sie die erlittene Spannung unter folgenden Annahmen:



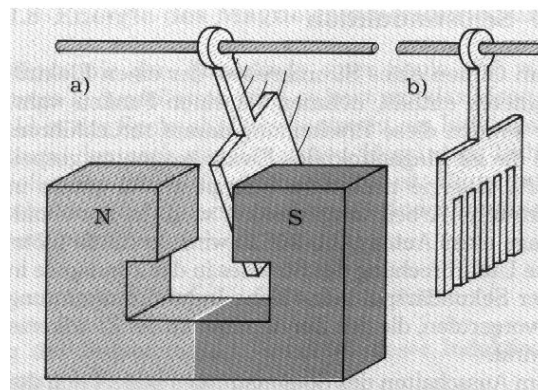
Permeabilitätszahl des Eisens: 1000
 Windungszahl: 500
 Länge x Breite x Höhe der Spule: 0,1 m x 0,05 m x 0,05 m
 Stromstärke vor dem Ausschalten: 0,5 A
 Schaltzeit: 1 ms

(= Dauer des Ausschaltvorgangs)

Begründen Sie, warum Sie das Experiment trotzdem – hoffentlich – schadlos überstanden haben und Ihr Physiklehrer nicht inhaftiert wurde.

Aufgabe 3: Wirbelstrombremse

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. Entwickeln Sie auf der Grundlage Ihrer physikalischen Kenntnisse eine Hypothese zur Erklärung dieses Phänomens.



- Elementarladung: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Magnetische Feldkonstante: $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$