

ÜBUNGEN ZUR
PHYSIK A/B 1 (BACHELOR ELEKTROTECHNIK & INFORMATIONSTECHNIK)
SOMMERSEMESTER 2016

– BLATT 8 –

Ausgabe am 02.05.2016

Abgabe am 09.06.2016 um 12:00 (Kästen 209, 210, 214 im Foyer des Physik-Gebäudes)

Lösungen bitte handschriftlich und dokumentenecht (Kuli o.ä.) in Papierform. Maximal vier Teilnehmer/innen können eine gemeinsame Lösung einreichen. Bitte heften Sie alle Blätter zusammen, geben Sie auf der ersten Seite alle Namen und die Übungsgruppe an sowie auf den folgenden Seiten mindestens einen Namen. Der Lösungsweg muss nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1: Ein Ohmscher Würfel (2 Punkte)

Zwölf Widerstände (jeweils $R = 1 \text{ k}\Omega$) werden zu einem Würfel zusammengelötet, so dass jeder Widerstand mit seinen Zuleitungen eine Kante des Würfels bildet.

Welcher elektrische Strom fließt, wenn man eine (ideale) Spannungsquelle von 12 V an diagonal gegenüberliegende Ecken anschließt?

Aufgabe 2: Toroidalspule (3 Punkte)

Um einen Ringkern von der Form eines Torus mit einem mittleren Radius von $r = 5 \text{ cm}$, einer kreisförmigen Querschnittsfläche (Radius $R = 0,5 \text{ cm}$), sowie den magnetischen Eigenschaften von Luft werden 50 m isolierter Draht zu einer ringförmigen Spule gewickelt.

- a) Wie groß ist die magnetische Induktion B bei Radien kleiner als $r - R$, zwischen $r - R$ und $r + R$, sowie bei Radien größer als $r + R$, wenn der Strom durch die Spule 1 A beträgt?
- b) Wie ändert sich die magnetische Induktion im Innern der Spule, wenn (i) der mittlere Radius des Torus verdoppelt wird, (ii) der Radius des Querschnitts verdoppelt wird, oder (iii) ein Eisenkern mit relativer Permeabilität $\mu = 300$ verwendet wird?

Aufgabe 3: Gewitterwolke (3 Punkte)

Eine Gewitterwolke mit 15 km^2 Gesamtfläche schwebt in 900 m Höhe über dem Erdboden. Die Wolke bildet zusammen mit der darunterliegenden Erdoberfläche einen Kondensator.

- a) Berechnen Sie die Kapazität dieses „Plattenkondensators“.
- b) Wie groß kann die Ladung der Gewitterwolke werden, bis sich der Kondensator über einen Blitz entlädt? Die sogenannte Durchschlagsfeldstärke von Luft beträgt $3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$.
- c) Angenommen, der Kondensator wird durch den Blitz vollständig entladen, wenn die kritische Spannung erreicht ist. Welcher mittlere Strom fließt zur Erde, wenn der Blitz 1 ms dauert? Welcher mittleren Leistung entspricht dies?

Aufgabe 4: Jagd auf Roter Oktober (4 Punkte)

In *The Hunt for Red October* (USA 1990) spielte Sean Connery (mit 60 Jahren etwas zu alt für weitere James-Bond-Rollen) den Kommandanten eines sowjetischen Atom-U-Boots, das er im Verlauf der dramatischen Handlung freundlicherweise der amerikanischen Navy übereignete. Das Besondere an dem U-Boot war der nahezu lautlose magnetohydrodynamische Antrieb (in der deutschen Synchronisation „Raupe“ genannt). Der erste Prototyp eines Boots, das tatsächlich einen solchen Antrieb besaß, war die 30 m lange *Yamato I*, gebaut von Mitsubishi im Jahr 1991.

In einer Publikation* des *Japan Institute of Marine Engineering* findet man dazu folgende Angaben: Der in Seewasser eingetauchte Antrieb bestand aus 12 Röhren mit je einem Paar rechteckiger Elektroden (340 cm lang, 10 cm hoch, siehe Skizze). Der Abstand zwischen den Elektroden betrug $d = 17,5$ cm. Supraleitende Spulen sorgten für ein homogenes Magnetfeld der Stärke 4 T. Der Stromfluss zwischen den Elektroden erforderte eine Leistung von 3600 kW und bewirkte eine Gesamtkraft von 16 kN (diese Angaben gelten für alle Röhren zusammen).

- Zwischen den Elektroden fließt ein Strom von Ionen quer zur Röhre. Wie muss das Magnetfeld orientiert sein, damit die Lorentzkraft parallel zur Röhrenachse wirkt?
- Die Anzahl der Ionen pro Volumen sei n , ihre Ladung q und ihre Geschwindigkeit v , so dass die Stromdichte durch $j = n \cdot q \cdot v$ gegeben ist. Geben Sie einen allgemeinen Ausdruck für die gesamte Lorentzkraft und für den gesamten Ionenstrom zwischen einem Elektrodenpaar an.
- Berechnen Sie aus den obigen Angaben und aus b) den Strom I pro Röhre sowie die Spannung U zwischen den Elektroden.
- Wie groß ist im gegebenen Fall der spezifische Widerstand des Seewassers?

* <http://www.jime.jp/e/publication/bulletin/english/pdf/mv23n011995p46.pdf>

