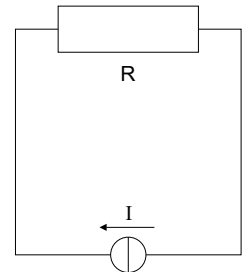


ÜBUNGSAUFGABEN (XI)

(Besprechung am Mittwoch, 4.07.2012)

Aufgabe 1: (4 Punkte)

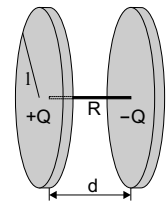
Ein langer, zylindrischer ohmscher Widerstand R von homogener Leitfähigkeit ist in einem Stromkreis über zwei stromführende Drähte vernachlässigbaren Widerstands mit einer Konstantstromquelle I verbunden (vgl. Skizze). Die Verlustleistung des Widerstands $P = R I^2$ wird von der Stromquelle aufgebracht. Zeichnen Sie qualitativ den Verlauf der Energiestromdichte $\vec{S}$ von der Quelle zum Verbraucher in eine Skizze des Stromkreises ein und erläutern Sie dieses ausführlich auf Basis der elektrischen und magnetischen Felder entlang Leiter und Widerstand.



Hinweis: Beachten Sie die unterschiedlichen Potentiale der beiden stromführenden Drähte!

Aufgabe 2: (5 Punkte)

Ein Kondensator mit parallelen Kreisplatten (Radius l , Abstand d) habe eine Ladung $\pm Q_0$. Wegen $d \ll l$ kann das elektrische Feld E zwischen den Platten als homogen betrachtet und Randeffekte vernachlässigt werden. Dann werden die Platten durch einen homogenen zylindrischen Draht mit Widerstand R und Radius $\varrho \ll l$ entlang der Symmetrieachse leitend verbunden, so dass sich der Kondensator entlädt (vgl. Skizze). Der Widerstand R wird so groß gewählt, dass sowohl der ohmsche Eigenwiderstand der Platten als auch die Selbstinduktion der Anordnung im Folgenden unberücksichtigt bleiben können.



- Berechnen Sie die Kondensatorladung Q als Funktion der Zeit t .
- Begründen Sie mittels des Energiestroms (ohne Rechnung!), dass die einzige nicht verschwindende Komponente des Magnetfelds H im Kondensator entlang der Richtung eines Kreisumlaufs um die Symmetrieachse verläuft (azimutal).
- Bestimmen Sie dann mit Hilfe der vierten Maxwellschen Gleichung das Magnetfeld H als Funktion von r und t unter Beachtung der Verschiebungsstromdichte $\dot{D}(t)$.

Aufgabe 3: (7 Punkte)

In einer langen Zylinderspule (Windungszahl N , Länge l , Radius a) mit vernachlässigbarem ohmschen Widerstand fließt ein zeitlich wachsender Strom $I(t)$, der ein vom Achsenabstand r abhängiges Magnetfeld $\vec{H}(r)$ erzeugt. Für $l \gg a$ ist in guter Näherung die Magnetfeldkomponente parallel zur Achse (z -Richtung) im Innern $H_z(r) = I N / l$ und außerhalb $H_z = 0$ (vgl. Vorlesung).

- Berechnen Sie das azimutale Feld H_φ außerhalb der Spule als Funktion von r (mittels Strom I) sowie die induzierte Spannung U_{ind} längs der Spule.
- Berechnen Sie das azimutale elektrische Feld E_φ (aus H_z) sowie das axiale Feld E_z nahe der Spulenoberfläche (aus U_{ind}).
- Bestimmen Sie schließlich die Energieflussdichte $\vec{S}$ innerhalb und außerhalb (nahe der Oberfläche) der Spule sowie die durch die Oberfläche der Spule hineinfließende Gesamtleistung P . Wie ist diese mit der magnetischen Feldenergie $LI^2/2$ der Spule verknüpft?